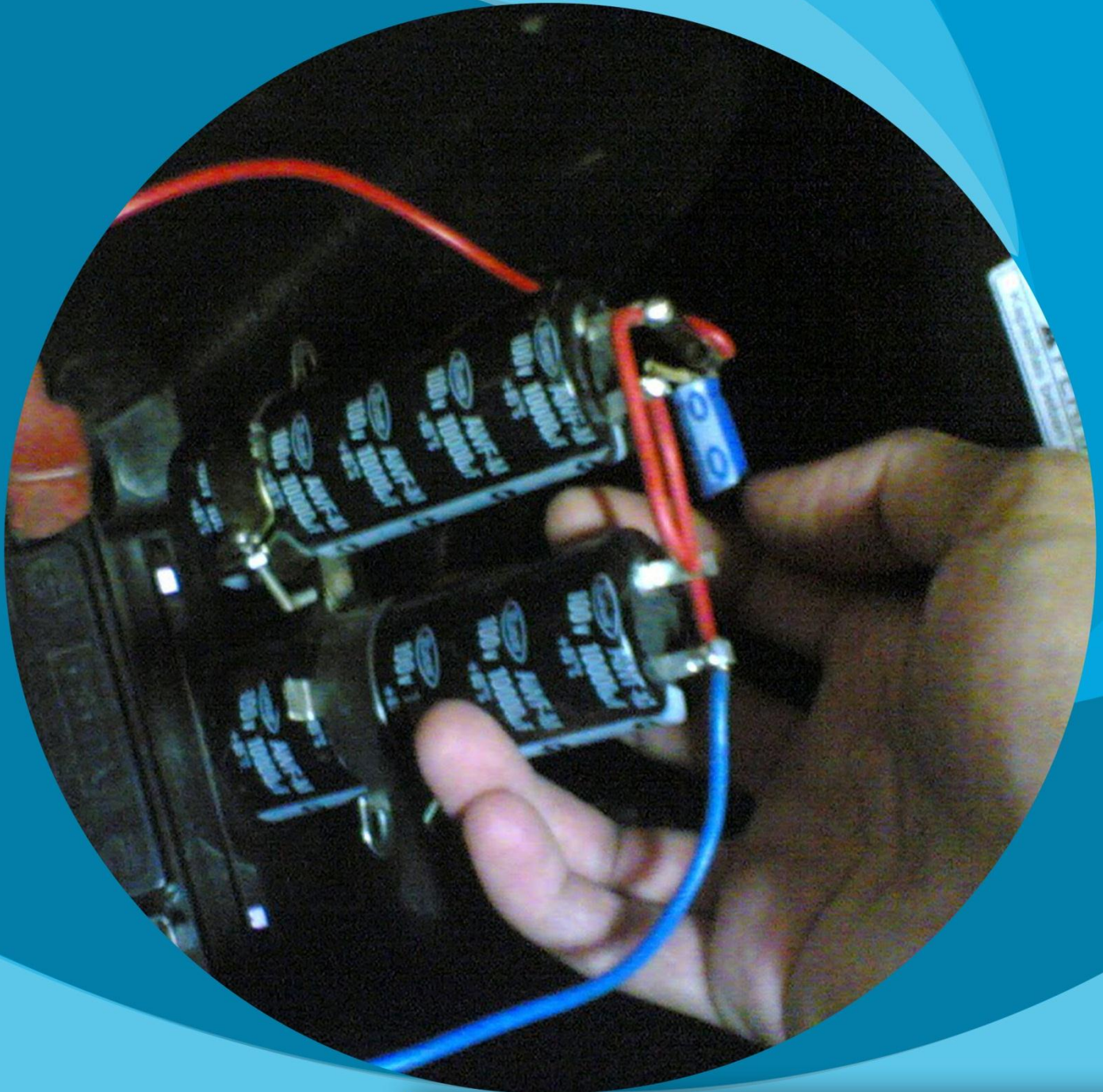
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia
2013

PEMELIHARAAN KELISTRIKAN SEPEDA MOTOR

SMK KELAS XI SEMESTER 1

Penulis	**: SUKMA TJATUR**
Editor Materi	**: AGUS WAHYUDI**
Editor Bahasa	**:**
Ilustrasi Sampul	**:**
Desain & Ilustrasi Buku	**: PPPPTK BOE MALANG**

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: vedcmalang@vedcmalang.or.id, Laman: www.vedcmalang.com

DISKLAIMER (DISCLAIMER)

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Teknik Sepeda Motor, Edisi Pertama 2013

Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi Keahlian Teknologi Dan Rekayasa, Teknik Sepeda Motor. Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi pembelajaran (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*. Buku teks ″Pemeliharaan Kelistrikan Sepeda Motor″ ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains. Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran ″Pemeliharaan Kelistrikan Sepeda Motor″ ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan penyelidikan ilmiah (penerapan saintifik), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks Siswa untuk Mata Pelajaran Pemeliharaan Kelistrikan Sepeda Motor kelas XI/Semester 1 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Jakarta, 12 Desember 2013

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA

DAFTAR ISI

BAB I . PENDAHULUAN

1.1. Deskripsi.

Buku ini membahas tentang sistem pengisian dan sistem pengapian pada sepeda motor serta menjelaskan bagaimana konnstruksi,cara kerja dan cara memeriksa setiap komponen menguji dan menggantinya.

1.2. Prasyarat.

Sebelum mempelajari buku ini semestinya sudah mempelajari serta memahami tentang dasar motor dan buku tentang Dasar listrik.

1.3. Petunjuk penggunaan.

Buku ini dibuat dengan memberikan penjelasan konsep dasar tentang sistem pengisian dan sistem pengapian .Agar siswa dapat memahami secara mandiri dan utuh maka didalam buku ini membahas cara kerja,ukuran dan prasarat komponen sistem pengisian dan pengapian serta menjelaskan cara mengukur dan spesifikasinya.

1.4. Tujuan akhir.

1. Siswa dapat memahami tentang sistem pengisian pada sepeda motor.
2. Siswa dapat menginterpretasi gambar rangkaian sistem pengisian.
3. Siswa dapat memeriksa fungsi dan cara kerja komponen komponen sistem pengisian
4. Siswa dapat menentukan gangguan-gangguan sistem pengisian.
5. Siswa dapat memahami bermacam macam sistem pengapian CDI.
6. Siswa dapat menginterpretasi gambar rangkaian sistem pengapian.
7. Siswa dapat memeriksa fungsi dan cara kerja sistem pengapian CDI.
8. Siswa dapat menentukan gangguan pada sistem pengapian CDI.

1.5. Kompetensi Inti dan kompetensi dasar.

Pembelajaran I : SISTEM PENGISIAN

A. Deskripsi.

Buku ini menjelaskan sistem pengisian pada sepedamotor tentang rangkaian dasar,konstruksi dan cara kerja, komponen-komponen sistem pengisian.

B. Kegiatan belajar

1. Kegiatan belajar 1

a. Tujuan belajar.

Setelah mempelajari materi ini diharapkan siswa dapat :

- Menjelaskan komponen-komponen sistem pengisian
- Menggambar rangkaian sistem pengisian.
- Menjelaskan pengaliran arus sistem pengisian 1 fasa dari pembangkit sampai regulator.
- Menjelaskan pengaliran arus sistem pengisian 3 fasa dari pembangkit sampai regulator.
- Mendifinisikan tegangan regulasi pada sistem pengisian.

b. Uraian materi.

SISTEM PENGISIAN.

Fungsi sistem pengisian pada sepedamotor adalah untuk menjamin baterai agar selalu penuh meskipun arus listrik digunakan ketika sepedamotor dikendarai dan baterai dapat digunakan kembali untuk menstart mesin ketika diperlukan.

Untuk mengisi baterai sepedamotor dibutuhkan penyearah karena yang dibangkitkan oleh generator adalah arus bolak balik. Peyearahan dilakukan dengan peyearahan setengah gelombang lihat halaman 13.Pada sepeda motor yang menggunakan 2 sumber daya listrik yaitu AC untuk penerangan dan DC untuk keperluan lainnya maka generatornya dikonstruksi dengan 2 kumparan,

yaitu kumparan sistem penerangan dan kumparan sistem pengisian (lihat gambar 1 halaman 17)

Sistem pengisian pada dasarnya terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut :

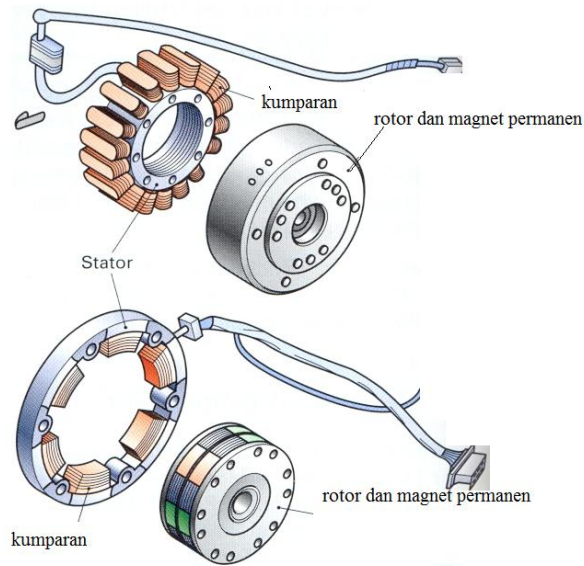
1.Alternator, berfungsi menghasilkan arus AC dengan menggunakan putaran mesin.

2.Regulator rectifier. Yang berfungsi mengubah/mengatur tegangan yang keluar dari generator sehingga tegangan tetap pada tegangan yang diprayaratkan.sedangkan rectifier berfungsi merubah arus AC menjadi DC.

3.Baterai,berfungsi menyimpan arus DC yang sudah diregulasi.

.

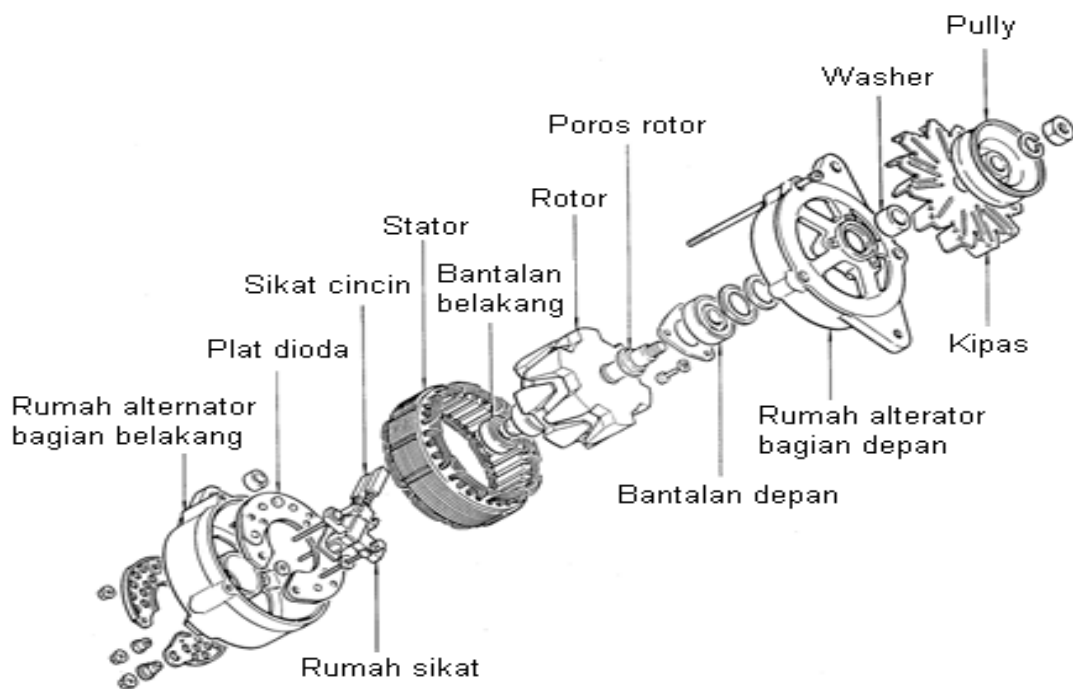
Alternator dan prinsip kerjanya.

Pembangkitan daya listrik pada sepedamotor adalah pembangkit listrik AC 1 fasa dan 3 fasa atau disebut alternator. Komponen-komponen dari alternator terdiri dari Roda gaya magnet dengan 2 pasang pool medan magnet atau 6 pasang pool medan magnet . Roda gaya tersebut biasanya dirakit pada ujung poros engkol sehingga putaran roda gaya sama dengan putaran mesin, bagian ini disebut sebagai Rotor (bagian yang berputar).Pada sisi yang lain dari alternator adalah kumparan pembangkit yang terikat mati pada rumah alternator.Pada bagian tersebut terdapat inti besi lunak berjumlah 2batang atau 12 bagian yang dililit kumparan ,ada yang ujung kumparannya berjumlah 2 ada juga 3, masing ujung disebut massa (-) Lampu dan kumparan pengisian.

Gambar 1. Alternator Dengan Magnet Permanen

Pada umumnya sepedamotor yang tergolong berkapasitas kecil sampai dengan 250 cc menggunakan alternator jenis yang seperti ditunjukkan pada gambar 1.Dengan konstruksi banyak pool medan magnet dan pool pembangkit diharapkan arus pengisian menjadi lebih rata.

Kebutuhan listrik pada sepedamotor jenis ini tidak begitu besar sehingga cukup dengan menggunakan magnet permanen dan konstruksinya menjadi kompak menyatu didalam mesin.

Gambar 2. Alternator Motor Besar

Berbeda dengan kebutuhan arus pada sepeda motor besar yang memerlukan daya untuk system kelistrikan besar dan menggunakan baterai yang besar juga. Guna memenuhi kebutuhan arus tersebut diaplikasikan generator bentuk lain yang merupakan bagian diluar mesin (gambar2). Hal ini dimungkinkan karena generator ini menggunakan magnet listrik (remanen) yang dapat diatur kekuatan magnetnya sehingga dapat membangkitkan arus yang cukup untuk keperluan system kelistrikan.

Gambar 3. Alternator Sepeda Motor Besar

Sepeda motor Besar atau lazim disebut MoGe mulai dengan sepedamotor berkapasitas 750cc dengan 4 silinder kebanyakan alternator sistem pengisian dikonstruksi seperti yang digunakan pada mobil.Kostruksi ini memungkinkan dilakukan perbaikan pada komponennya tanpa harus melepas bagian bagian mesin tetapi cukup unit alternator dilepas dari mesin.Pertimbangan tersebut diambil agar kostruksi mesin lebih kompak dan alternator memiliki daya lebih besar untuk dapat memenuhi kebutuhan arus lebih besar.

Gambar : Alternator dibelakang silinder

Tugas Alternator Motor besar dan Perbedaannya dengan Alternator Sepeda Motor

Tugas Alternator : Saat mesin hidup, sebagai

- Sumber energi untuk seluruh kebutuhan energi listrik pada sepeda motor
- Pengisi baterai agar selalu siap pakai

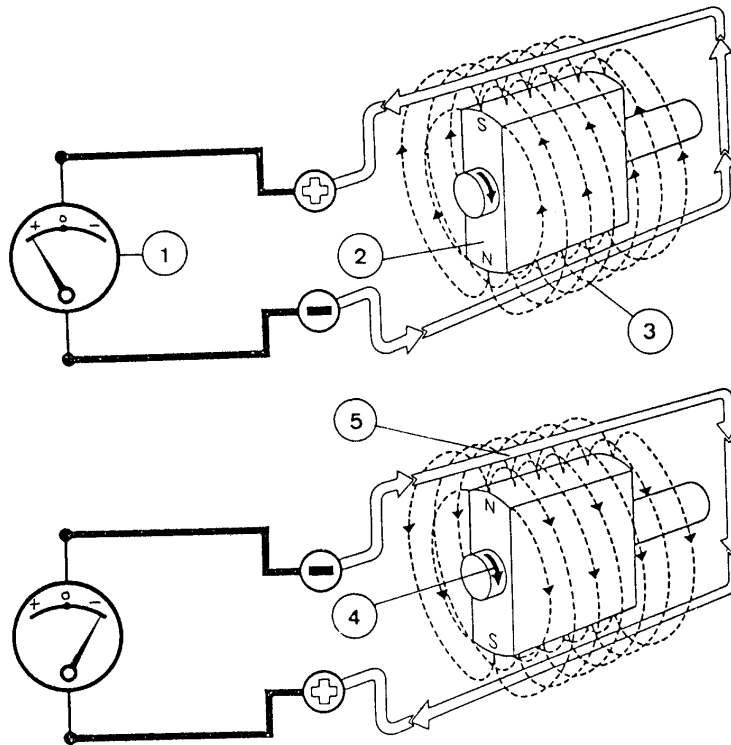
Alternator pertama kali dibuat pada tahun : *1967*

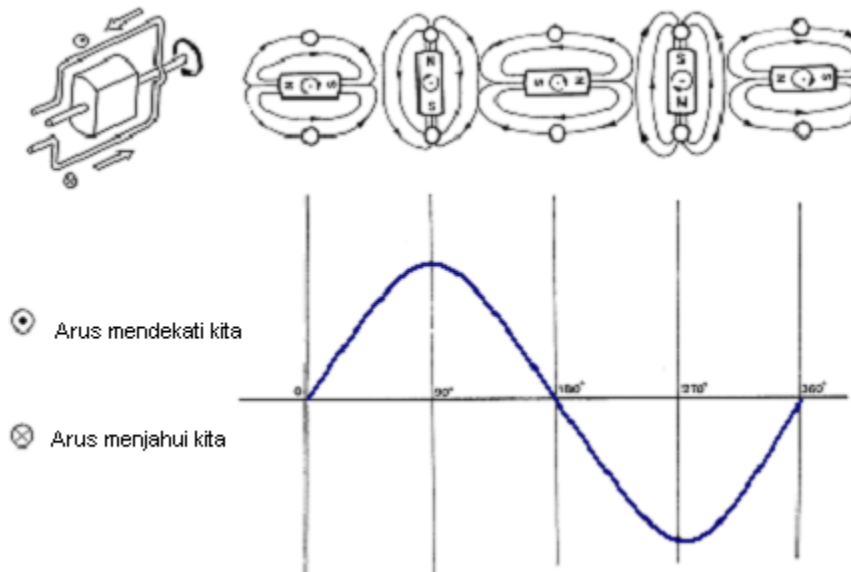
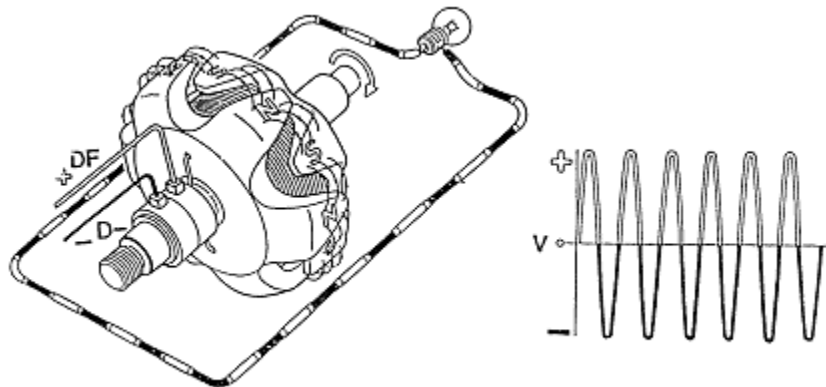
Karena dapat diproduksi *dioda penyearah* berdaya besar.

Perbedaan prinsip kerja alternator Motor besar dengan Alternator sepeda motor

	Alternator motor besar	Alternator spd motor
Kumparan pembangkit	• *Diam(pada bag.tepi)*	• *Diam(pada bag.tengah)*
Medan Magnet	• *Non Permanen(magnet remanen)*	• *Permanen* • *.*
Penyearah	*Dioda*	• *Dioda diluar alternator..*
Produksi arus	• *Tidak diregulasi*	• *Tidak diregulasi . .*
Keuntungan	• *Pada putaran rendah tegangan cukup*	• *Pada putaran rendah tegangan kecil*
Kerugian	• *Banyak komponen penunjang berada dalam unit alternator .*	• *Keolengan bantalan poros engkol dapat menyebabkan tdk ada pengisian.*

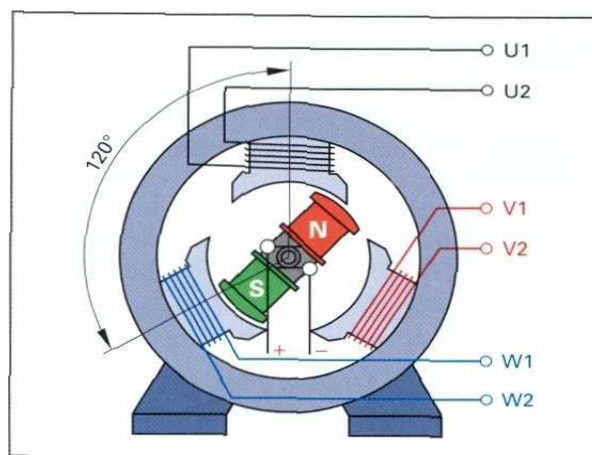
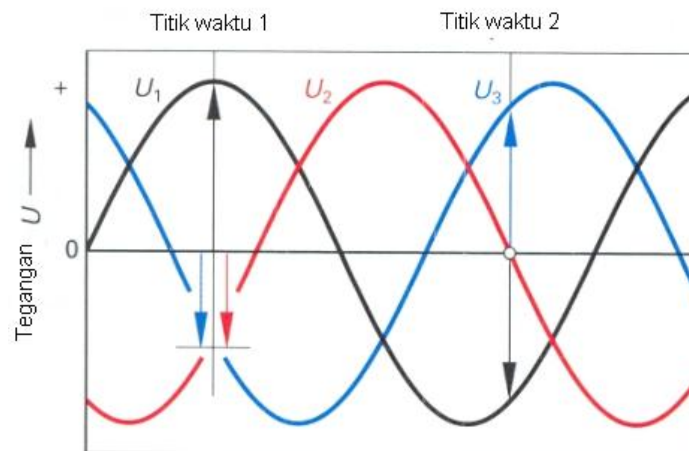
Prinsip Pembangkit Tegangan

Prinsip pembangkitan tegangan pada seutas kawat yang terbuat dari bahan tembaga berisolasi dan disekitarnya diberikan medan magnet yang selalu berubah polaritas(kutup utara dan selatan) maka pada kedua ujung kawat tersebut akan dibangkitkan tegangan yang selalu berubah polaritasnya (plus dan minus bergantian pada kedua ujungnya),lihat gambar dibawah.

Keterangan :

1. *Volt meter*
2. *Rotor magnet permanen*
3. *Kumparan pembangkit(kawat tembaga)*
4. *Medan magnet(garis gaya magnet)*
5. *Poros rotor*

Pada gambar nampak pada saat medan magnet tidak memotong kawat maka pada saat itu tidak terjadi pembangkitan tegangan (pada grafik berada pada posisi 0 ^{o}).Ketika posisi medan magnet memotong penuh pada kumparan (pada grafik berada pada posisi 90 ^{o}) terjadi pembangkitan maksimum positif pada salah satu ujung kawat. Pada posisi 180 ^{o} tidak terjadi pemotongan kumparan oleh medan magnet dan tidak terjadi pembangkitan tegangan. Pada posisi 270 ^{o} terjadi tegangan maksimum negative pada ujung yang lain dari kawat tersebut. Demikian terjadi berulang ulang ketika magnet diputar terus menerus, dan saat itu juga terjadi perubahan arah medan maget pada kawat, inilah yang disebut pembangkit arus bolak balik **(AC)** 1 Phasa

Pembangkit dengan medan magnet listrik yang kuat dan menambah jumlah pool medan magnet menghasilkan tegangan lebih tinggi dan frekuensi (gelombang) lebih rapat.

Pembangkitan Listrik 3 Phase dengan Rangkaian Bintang dan Segitiga

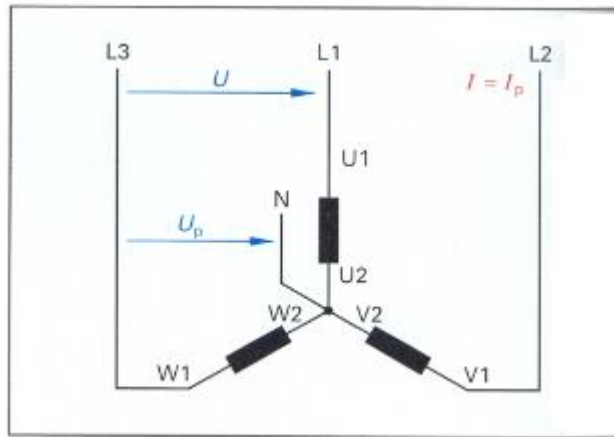
Pembangkit listrik 3 Phase adalah pembangkit yang menghasilkan 3 sumber dari sebuah pembangkit

Tiga kumparan stator U, V dan W dikonstruksikan membentuk sudut 120^{o} . Selama gerakan rotasi dari rotor dihasilkan tegangan AC tiga fasa (Gambar 1 dan 2).

Gambar 1 :Generator arus AC 3 Fasa

Gambar 2 :Grafik tegangan pembangkitan alternator

Lihat gambar 2 Grafik tegangan Generator AC

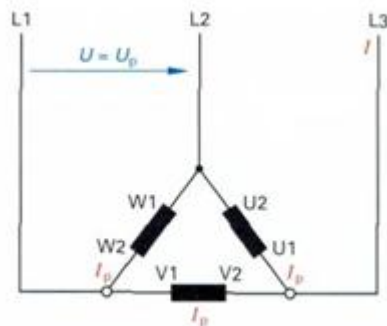
Kumparan dirangkai menjadi rangkaian segitiga atau rangkaian bintang dengan cara menghubungkan ujung ujungnya.Pada umumnya tiga kumparan stator memiliki enam ujung keluaran (out put).Melalui penggabungan ujung ujung kumparan didapatkan tiga keluaran

Kumparan stator dari generator AC dapat dikenal melalui tiga warna kabel,biasanya berwarna putih atau kuning.

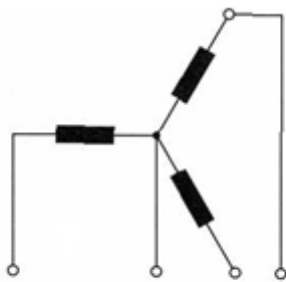
Pada rangkaian bintang (rangkaian Y) selalu dua kumparan dirangkaikan secara seri.Akhir dari tiga kumparan U2,V2 dan W2 dihubungkan satu dengan yang lain membentuk rangkaian bintang.Ujung dari kumpara U1,V1,W1. Dikeluarkan untuk dihubungkan diluar dengan sebutan L1,L2 dan L3.(gambar 3) .Pada rangkaian bintang kebanyakan terminal N dibuat terbuka

Gambar 3 : Rangkaian Bintang

Tegangan generator U tegangan Phase Up berbeda dengan factor √3 = 1,73

U = Up.1,73

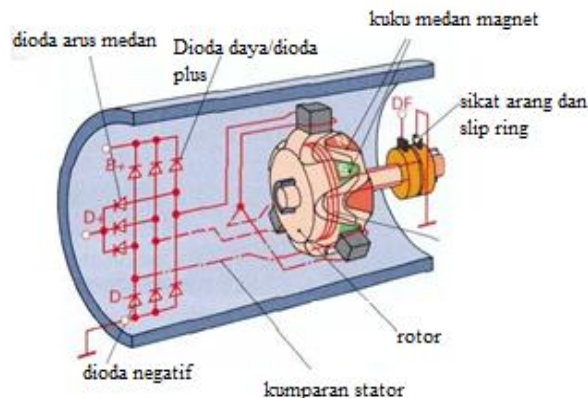
Arus generator adalah sama dengan arus phase.

gambar 4

Sebuah rangkaian segitiga (rangkaian Delta) adalah rangkaian dari kumparan yang ujungnya digabungkan pangkal dari kumparan yang lain, misalnya U1 dihubungkan dengan V2 , W2 dengan V1 , W1 dengan U2.ujung ujung Kumparan yang terhubung dikeluarkan dengan nama jaringan L1,L2 dan L3 (gambar4) .Tegangan generator U adalah sama dengan tegangan setiap phase Up.Arus dari generator I terdapat perbedaan dengan Faktor √3 .Ig=Ip.1,73

Sebuah rangkaian bintang yang lain adalah dengan mengambil titik pertemuan ditengahnya (N) yang dapat menambah besar arus pengisiannya.

Gambar 1. Rangkaian Bintang dengan terminal N

Generator dengan sikat arang (coal brush) dan slip ring (gambar 2) dikonstruksi medan magnet berupa rotor berada di tengah dan berputar bersama-sama.Ujung ujung kumparan medan dihubungkan dengan slip ring.

Generator rangakaian bintang pada putaran rendah dapat menghasilkan tegangan yang tinggi,sedangakan pada generator rangkaian segitiga dapat menghasilkan arus yang besar.

Konstruktor mengaplikasi salah satu konstruksi berdasarkan kebutuhan kendaraan sebagai solusi yang terbaik.

Gambar 2. Prinsip sebuah generator dengan arus medan dari luar

Segi keuntungan dari penggunaan generator 3 fasa ini adalah pada putaran yang sama, dengan bertambahnya arus maka berarti dapat diproduksi energi listrik yang lebih besar.

Contoh :

Sebuah generator dengan rangkaian bintang bekerja dengan tegangan 15,6 Volt dan menghasilkan arus sebesar 25 Amper.Berapa besar a.tegangan fase fase U. b.daya fase Pp dan c.daya total generator P ?

a. Up =U/√3 = 15,6V / 1,73 = 9 V

b. Pp = Up.Ip = 9V.25A = 225 W (I=Ip)

c. P = √3.Pp = 1,73.225 W = 389 w dengan kata lain

P = U. I = 15,6 V.25 A = 390 W

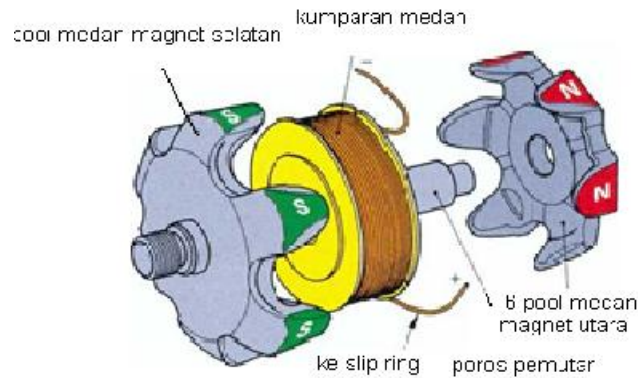
Generator yang diregulasi dari luar

Generator yang diregulasi medan magnetnya dari luar menggantikan medan magnet permanen dengan sebuah elektromagnet berupa kumparan medan magnet yang dirakit didalam rotor.Kumparan medan tersebut dialiri dengan arus searah agar menghasilkan medan magnet.karena jika dialirkan arus bolak balik tidak terjadi pembentukan medan magnet.

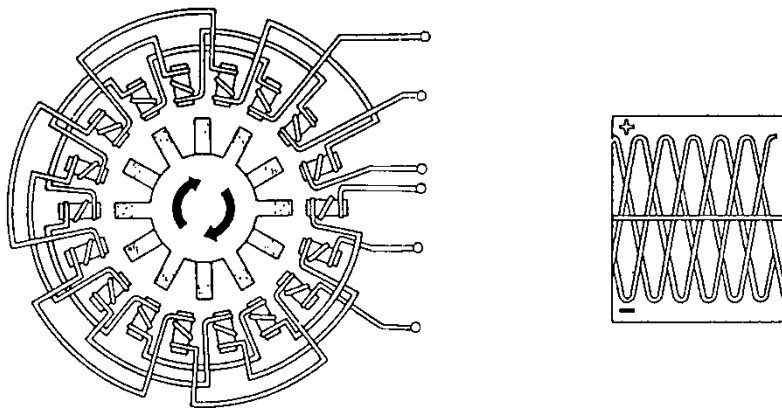
KUMPARAN MEDAN DAN POOL MEDAN MAGNET BERPUTAR

Konstruksi :

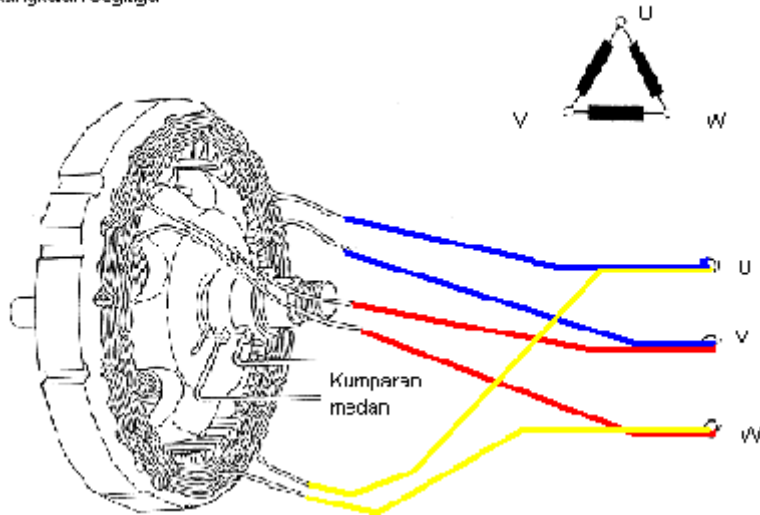
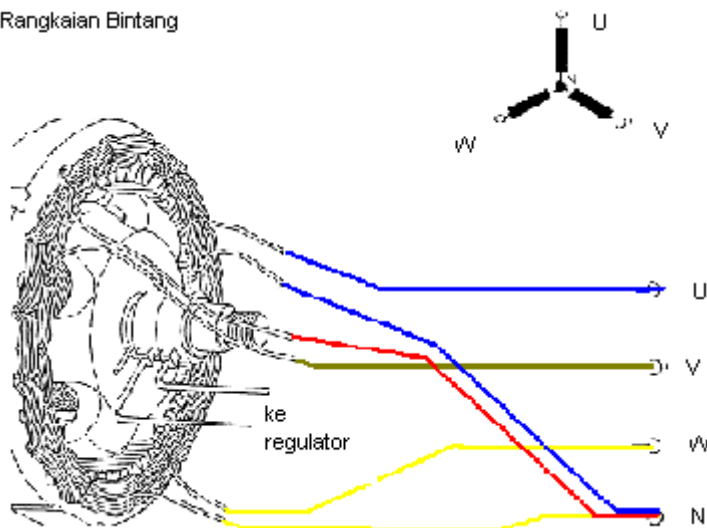
Arus medan pada rotor diambilkan dari pembangkitan kumparan stator yang sebelumnya disearahkan dulu melalui dioda arus medan.Melalui sikat arang dan slip ring dialirkan ke kumparan medan .Kumparan medan akan membentuk medan magnet utara dan selatan

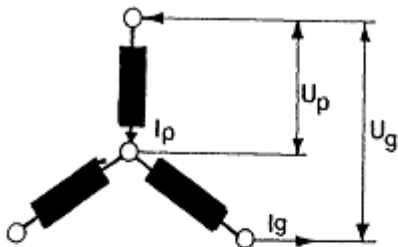
diantara kedua kuku pool (gambar 3)

Gambar 3 :rotor dengan 6 pasang medan magnet

Pembangkit 3 phase dengan 1 pasang roda magnet / rotor membutuhkan 3 pasang pada stator.

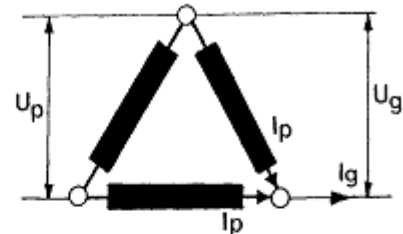
Pembangkit dengan konstruksi ini menghasilkan frekuensi (gelombang pembangkitan) lebih rata dan terjadi susul menyusul pembangkitan setiap rotor diputar 120^o

Pembangkit 3 phase dengan 6 pasang pol magnet / rotor membutuhkan 3 x 6 =18 pasang poll stator.

Hasil pembangkitan pada konstruksi ini akan dihasilkan frekuensi yang lebih rata dibandingkan dengan generator yang menggunakan 1 pasang poll medan magnet /terjadi pembangkitan arus setiap rotor diputar 15^o

ALTERNATOR RANGKAIAN BINTANG DAN SEGITIGA

Rangkaian sistem pengisian delta (segitiga) masing masing ketiga ujung kumparan disatukan seperti gambar diatas sehingga rangakaian tersebut memiliki 3 ujung kumparan saja yang disebut rangkaian segitiga 3 phase. Keuntungan dari rangkaian pembangkit semacam ini dapat menghasilkan arus lebih besar dibanding arus yang dihasilkan oleh setiap phasenya. Sehingga konstruksi dapat dibuat lebih kecil tetapi dapat menghasilkan arus besar.

Rangkaian bintang adalah rangakaian dari 3 kumparan yang ujung ujungnya dirangkaikan secara seri seperti gambar diatas,sehingga pertemuan dari ujung

RANGKAIAN BINTANG

RANGKAIAN SEGITIGA

Rumus

U generator = U pase x $\sqrt{3}$

I generator = I pase

Rumus

U generator = Upase

I generator = I pase x $\sqrt{3}$

Kesimpulan

Rangkaian bintang menghasilkan :

tegangan lebih tinggi dibanding rangakaian segitiga

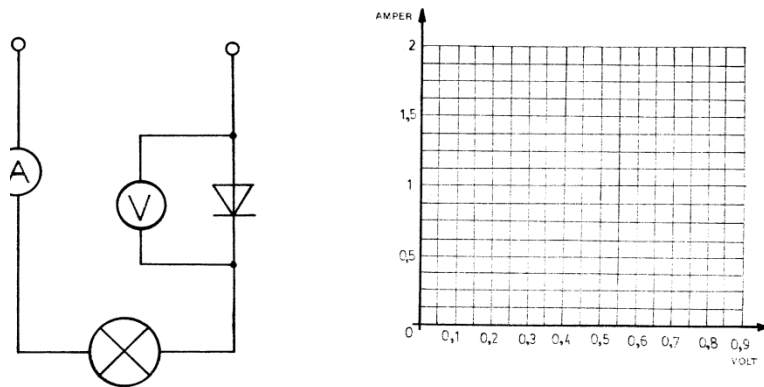
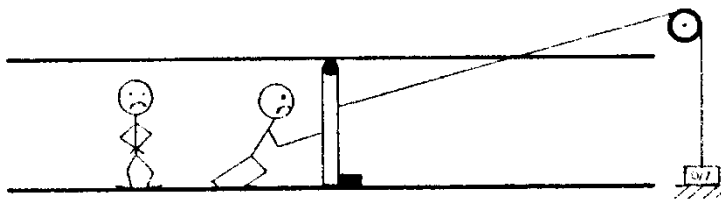
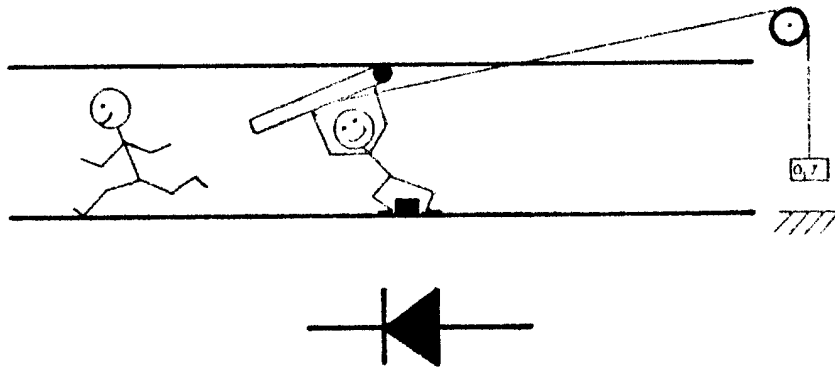
Rangkaian segitiga menghasilkan :

Arus lebih besar dibanding dengan rangkaian bintang

ketiga kumparan disebut titik netral (N).

Diode (Penyearah arus)

Fungsi diode adalah untuk menyearahkan arus bolak balik dari pembangkit menjadi arus searah

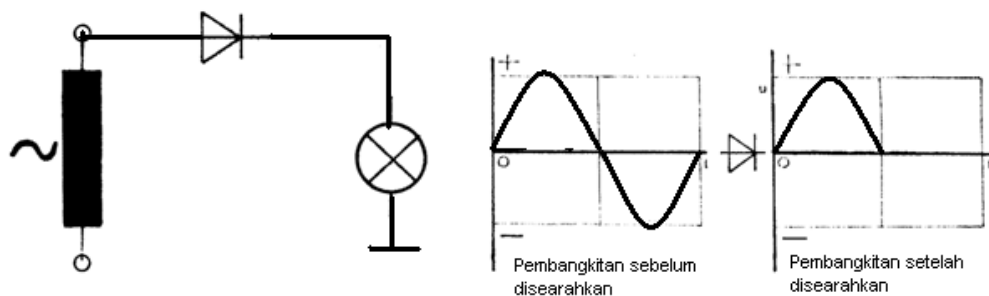
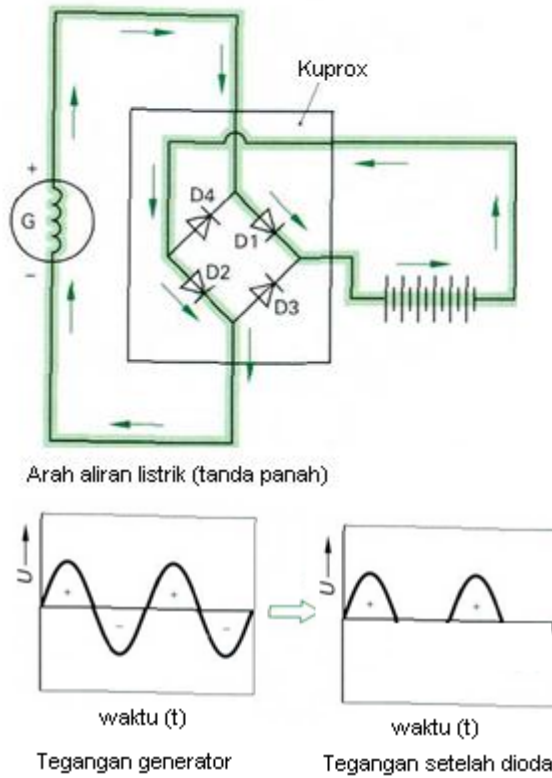
Grafik tegangan membuka diode

Prinsip penyearah diode

Penghambatan : Bila katoda diberi polaritas positif dan anoda diberi polaritas negative maka arus terhambat → arus tidak dapat mengalir.

Pengaliran : Bila katoda diberi polarotas (+) dan anoda diberi polaritas (-), maka arus mengalir

→ Arus mengalir

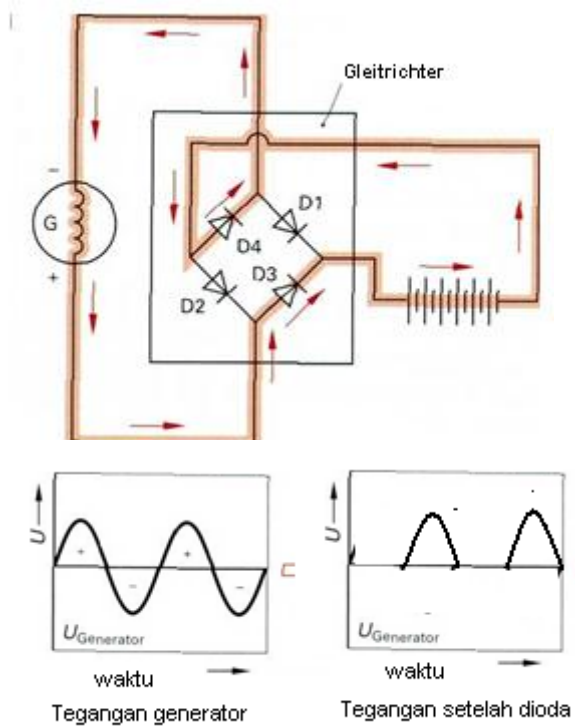
Tegangan alir diode.

Tegangan alir diode adalah tegangan minimal yang diperlukan oleh diode untuk mulai mengalirkan arus. Untuk diode Silisium diperlukan tegangan minimal 0,7 volt dan diode Germanium adalah 0,4 volt

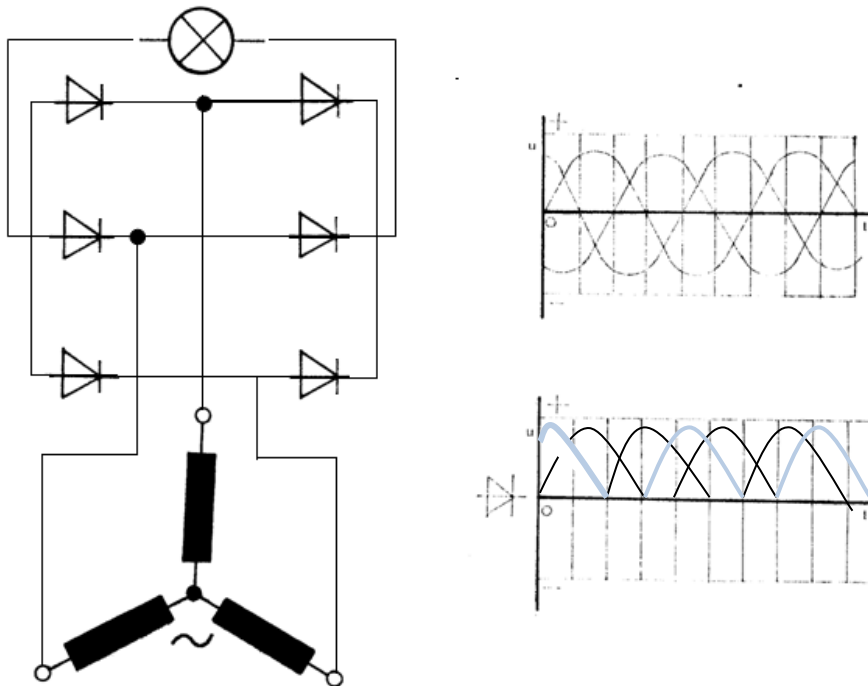
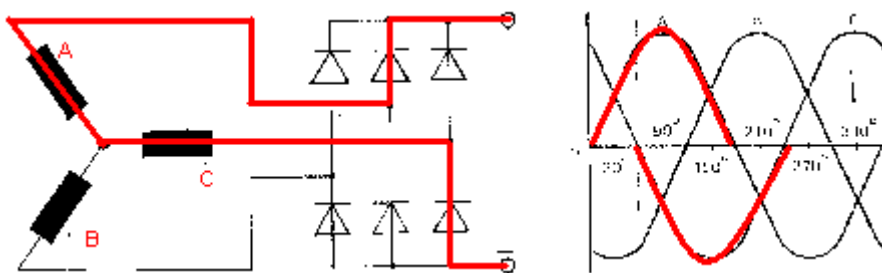
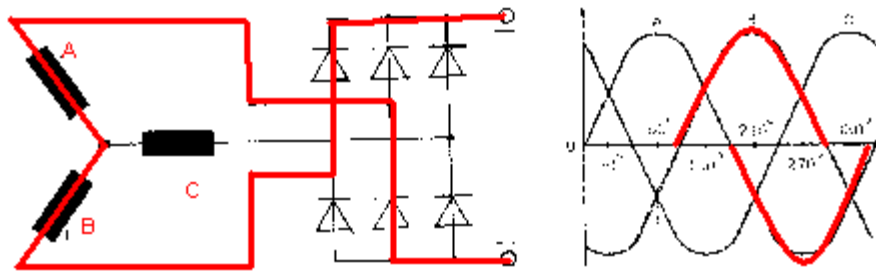
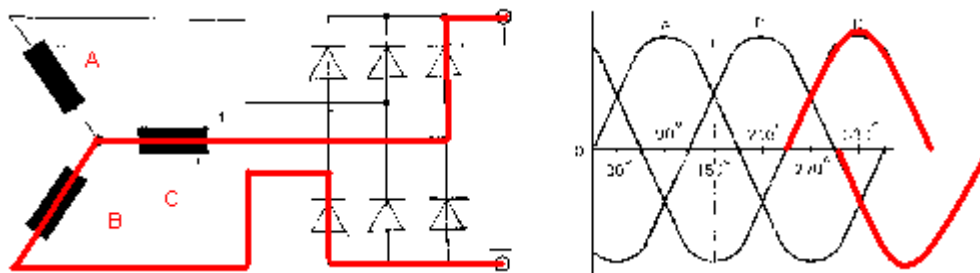
Ini dapat dilakukan percobaan dengan cara merangkai seperti gambar dibawah ini.

Rangkaian penyearah dengan 1 diode

Rangkaian penyearah dengan 4 diode (kuprox)

Gambar 1: Penyearahan dengan kuprox posisi 1

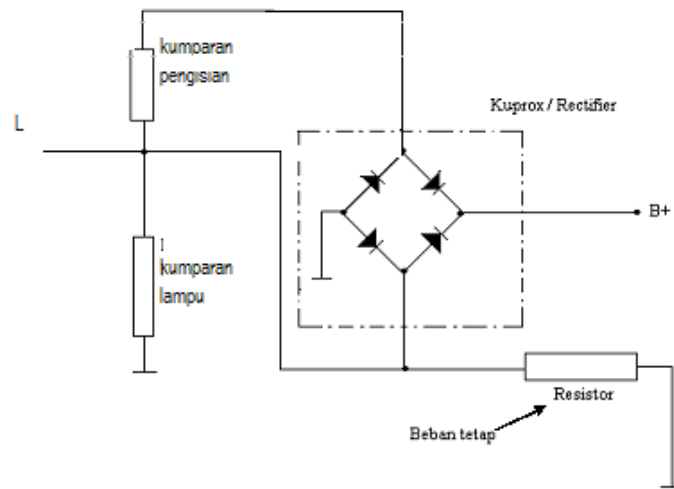
Pada gambar ditunjukkan arah aliran listrik sesuai dengan tanda panah pada saat ini perhatikan hanya 2 diode saja yang bekerja.

Hasil penyearahan ditunjukkan dengan gambar grafik . tegangan setelah diode tidak ada polaritas negative.

Gambar 2 : Penyearahan dengan kuprox posisi2.

Pada gambar (2) ditunjukkan arah aliran arus kebalikan dari gambar 1 tetapi gelombang pembangkitan yang telah disearahkan sama dengan yang terjadi pada gambar 1 yaitu bagian negative tidak ada / terpotong.

Pembangkit 3 phase dengan 6 diode.

Fungsi diode pada bermacam macam posisi derajat putar rotor.

Pada saat medan magnet memotong antara kumparan A dan C maka dibangkitkat tegangan positif menuju maksimum pada ujung kumparan A dan mengalir melalui diode positif menuju baterai dan arus terus mengalir dari negative bateerai menuju diode negative menuju kumparan C dan bertemu dengan sumber pembangkitnya yaitu kumparan A. (Ini terjadi pada saat rotor berputar diposisi 60 ^{0} putaran rotor)

Pada saat rotor sampai pada 150 ^{0} sudut putar rotor kumparan C membangkitkan tegangan positif menuju maksimum dan arus mengalir melalui diode positif menuju baterai , dari baterai minus arus terus mengalir ke diode negatif menuju ujung kumparan B dan kembali ke kumparan C.

Pada saat rotor berada di posisi 270 ^{0} sudut putar rotor maka pada kumparan pembangkit C dibangkitkan tegangan positif menuju maksimum dan arus akan dialirkan melalui diode poitif menuju baterai, dari munus baterai arus mengalir menuju diode negative menuju kumparan B dan kembali ke kumparan C pada ujung yang lain.

Pembatas tegangan konvensional (pada pembangkit dengan magnet permanen)

Prinsip pembatasan tegangan dengan cara membagi arus yang dibangkitkan pada dua cabang beban

Gambar 1. Kuprox/Penyearah gelombang penuh

Rangkaian semacam ini bukanlah berfungsi sebagai regulator tegangan tetapi hanya berfungsi sebagai penyearah arus dari generator untuk mengisi baterai dan membuang sebagian arus melalui tahanan kemassa.

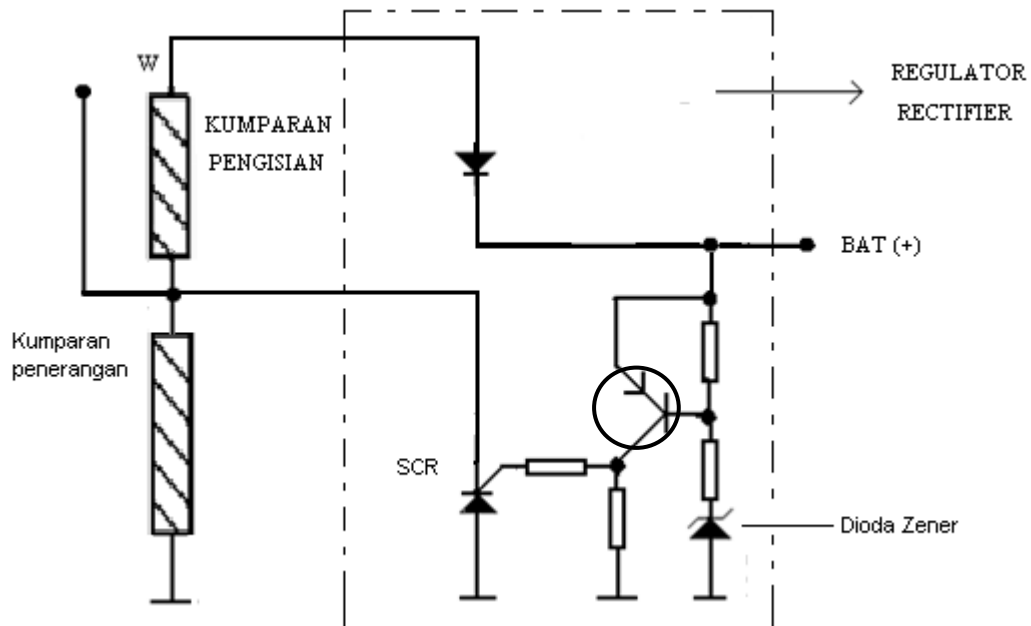
Sifat-sifat dari KUPROX :

- Bila putaran mesin rendah → Baterai tidak mengisi
- Bila putaran mesin tinggi → Tegangan pengisian terlalu tinggi dari semestinya

Akibat yang ditimbulkan :

- Baterai cepat rusak
- Lampu cepat putus

Regulator rectifier (satu phase)

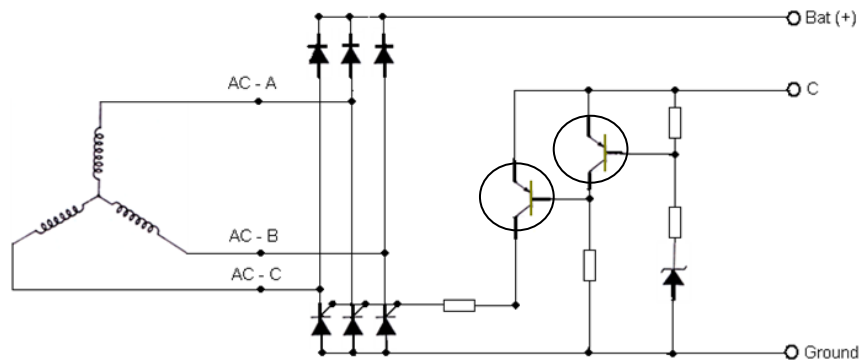
Pada umumnya sepeda motor saat sekarang dilengkapi penstabil tegangan baik untuk system pengisian maupun system penerangan yang disebut dengan Regulator rectifier.

Gambar 2.Bagan Regulator Rectifier.

Cara kerja sistem pengisian dengan menggunakan Regulator Rectifier (gambar 2).

Pada saat tegangan baterai masih rendah maka arus yang keluar dari generator mengalir melalui diode dan disearahkan menuju baterai sehingga tegangan baterai naik melebihi 12 V, bila tegangan baterai sudah mencapai 14,5 V maka diode Zener mulai membuka dan mengaktifkan transistor sehingga SCR membuka dan memotong gelombang pembangkitan ketika polaritas ground menjadi positif, maka terjadilah penurunan tegangan baik yang keluar dari kumparan pengisian maupun kumparan penerangan.Bila tegangan pengisian sedikit turun kurang dari 14,5 V maka SCR akan menutup lagi dan tidak dapat mengalirkan lagi,sehingga tegangan pengisian naik lagi, dan begitulah kejadiannya berulang ulang sehingga tegangan pengisian dan tegangan pada sistem penerangan menjadi konstan pada tegangan 14,5 Volt.

Regulator Pengisian (tiga phase)

Pada sepeda motor berkapasitas mesin besar mulai 200 cc biasanya dilengkapi dengan sistem pengisian tiga phase agar sistem pengisian terjamin pada setiap kondisi putaran mesin karena sepeda motor tersebut menggunakan baterai dengan kapasitas yang lebih besar juga .

Rangkaian pengisian 3 Phase dengan magnet permanen.

Keterangan :

AC – B = Kumparan pembangkit B

AC – C = Kumparan pembangkit C

Batt = Terminal arus keluar (DC) menuju baterai

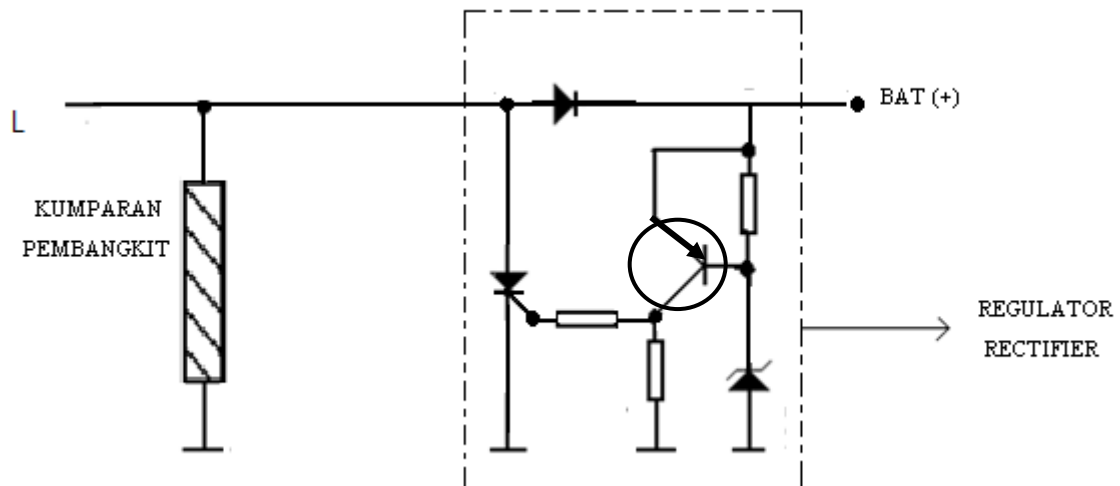
C = Terminal informasi tegangan dari sumber DC (baterai)

Cara kerja rangkaian.

Pada saat medan magnet memotong kumparan diantara kumparan A dan B maka terjadilah pembangkitan pada Ujung kumparan A maksimum Positif sedangkan ujung kumparan B maksimum negative, maka terjadilah pengaliran arus melalui diode yang menyearahkan tegangan dari kumparan A menuju Baterai + dan arus terus mengalir kembali melalui B-menuju SCR yang terhubung dengan kumparan B.

Pada saat yang bersamaan ada juga tegangan yang dimonitor oleh regulator rectifier pada terminal C.dimana terminal C dihubungkan langsung ke Baterai atau melalui kunci kontak. Bila tegangan terbaca masih rendah maka SCR membuka penuh dan Arus mengalir maksimum kembali ke kumparan yang sedang membangkitkan (A). Bila tegangan sudah tinggi (14,5 Volt) maka regulator rectifier akan mematikan SCR dengan cara tidak mengaktifkan SCR ,maka pada saat itu tidak terjadi pengembalian arus (pengisian dihentikan) karena arus tidak dapat mengalir menuju sumbernya (kumparan A). Bila tidak ada pengisian maka dalam waktu yang singkat regulator akan segera

mengaktifkan SCR lagi dan begitu seterusnya serta hal tersebut terjadi sangat singkat sehingga tegangan yang dihasilkan stabil pada 14,5 Volt.

Regulator Short Circuit (Kumparan Tunggal)

Gambar : Regulator Rectifier Kumparan tunggal

Sepeda motor yang mengaplikasi generator tunggal mempunyai ciri khusus yaitu kabel yang keluar dari generator hanya ada 2 kabel. Kabel tersebut salah satunya dihubungkan langsung ke Regulator untuk mengisi baterai dan dihubungkan parallel menuju sistem penerangan(L).

Prinsip Kerja Regulator Rectifier short circuit:

Sumber tegangan untuk sistem pengisian dan Lampu penerangan hanya dari satu kumparan saja.

Bila tegangan yang dihasilkan oleh generator masih rendah maka arus hanya akan mengalir melalui diode untuk mengisi baterai,sedangkan SCR belum aktif (membuka). Bila tegangan setelah diode (baterai) sudah mencapai 14,5 volt maka diode Zener akan membuka dan SCR akan membuang arus yang dihasilkan generator menuju massa (arus di short), akibatnya tegangan akan turun ,bila tegangan turun maka diode Zener akan off begitu juga dengan SCR akan off maka arus akan mengalir kembali menuju diode dan ke

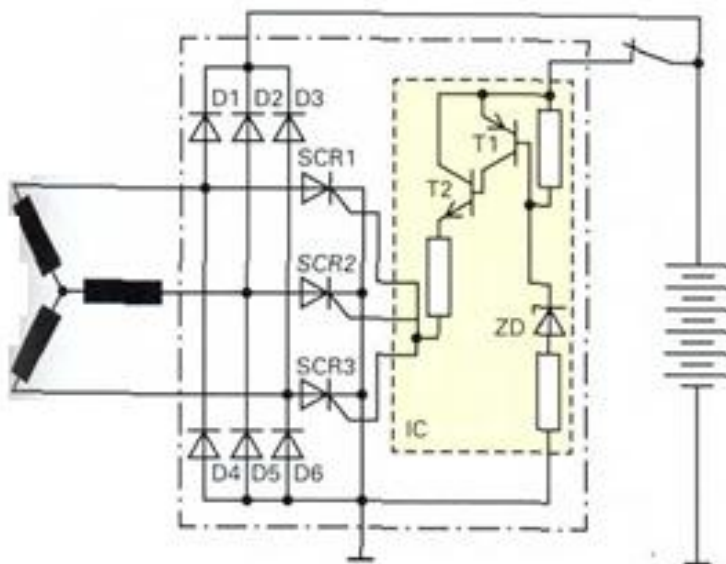
baterai.Demikian seterusnya sehingga tegangan yang keluar ke baterai dan menuju lampu dapat diatur hanya sampai dengaan 14,5 Volt.

Sifat-sifat dari regulator rectifier

- Bila putaran mesin rendah (± 2500 rpm) sudah terjadi pengisian pada baterai.
- Bila putaran lebih tinggi (5000-8000 rpm) tegangan pengisian tidak dapat naik lagi melebihi 14,5 volt.
- Tegangan yang dibangkitkan untuk sistem penerangan tidak akan melebihi 14,5 volt

Akibatnya:

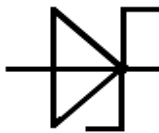
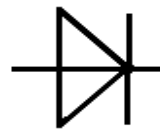
- Baterai menjadi awet
- Lampu-lampu menjadi awet
- Bila kumparan pengisian tidak dipasang regulator → tegangan regulasi tidak ada

Regulator short circuit 3 phase dengan magnet permanen.

Gambar :Regulator Rectifier dengan hubung singkat

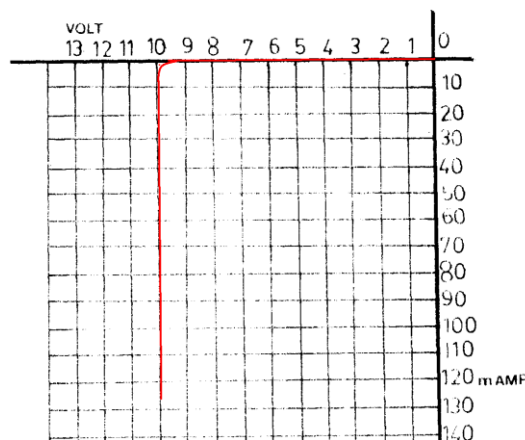
Cara kerja rangkaian :

Bila tegangan pengisian sudah mencapai 14,5 Volt maka SCR 1, SCR 2, SCR 3, akan terbuka dan membuang arus ke massa sehingga tegangan yang dibangkitkan generator turun, bila tegangan generator turun kurang dari 14,5 Volt maka SCR akan Off sehingga semua arus dialirkan seluruhnya menuju baterai akibatnya tegangan baterai akan naik lagi sampai pada tegangan 14,5 Volt kejadian yang sama terulang kembali yaitu SCR menghubungsingkatkan arus dari generator.Sehingga tegangan yang dihasilkan tidak akan melebihi 14,5 Volt.

Diode Zener

Perbedaan dengan diode biasa :

Pemakaian pada arah : penghambatan

Pemakaian pada arah :pengaliran

Dioda Zener adalah diode yang hanya dapat membuka pada tegangan tertentu bila digunakan pada arah penghambatanSehingga diode zener memiliki tegangan kerja yang tertentu untuk dapat mengalirkan arus.Tegangan tersebut dinamakan

tegangan hambat.

Sifat – sifat :

Tegangan hambat (Uz) adalah *besar tegangan yang tetap mengalirkan arus melalui diode Zener (Contoh ≈ 10 V)*

Tegangan alir diode zener sama seperti diode biasa

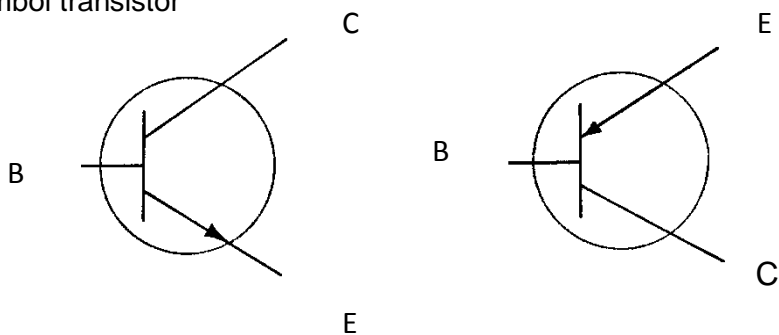
Tugas diode zener pada regulator :

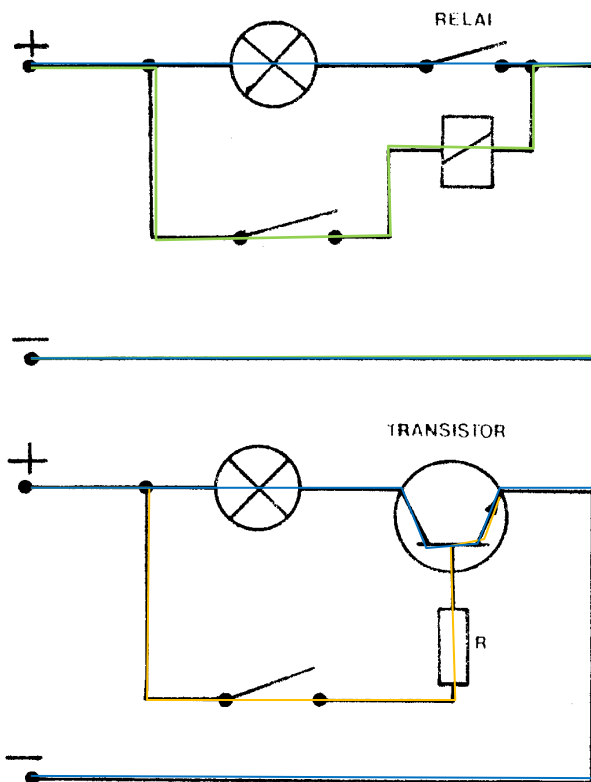
Sama dengan pengatur tegangan ,mengatur dengan cara mengendalikan transistor sebagai saklar elektronik.

Keuntungan :

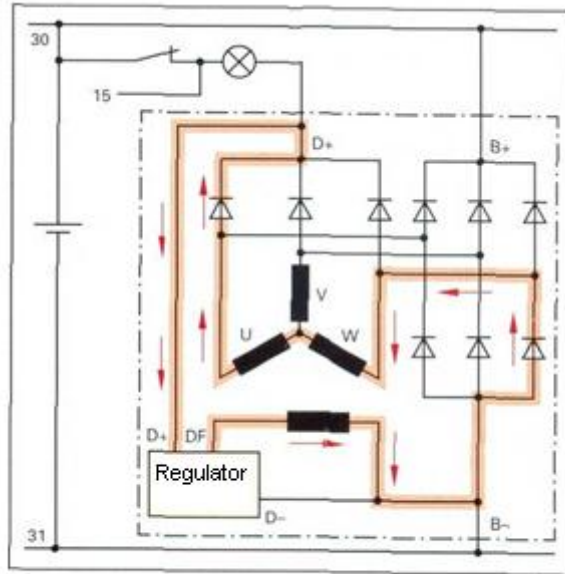
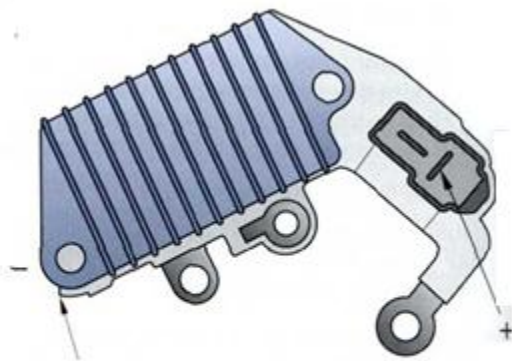
Bekerja lebih teliti dan peka terhadap perubahan tegangan system pengisian sehingga ketepatan pengaturan lebih baik.

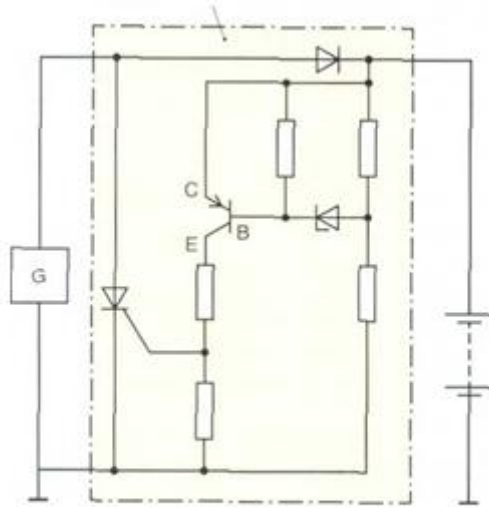
Transistor

Simbol transistor

Transistor NPN Transistor PNP

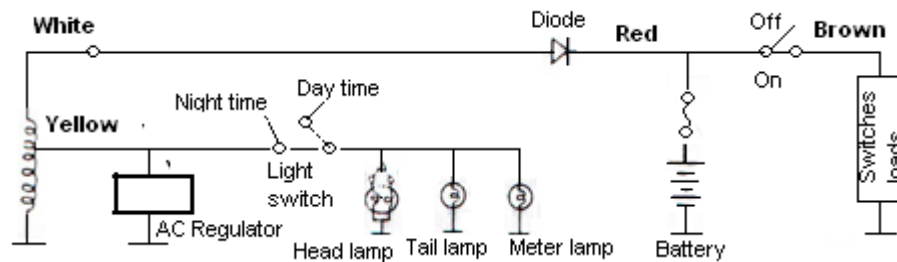
Transistor NPN maupun PNP pada regulator digunakan sebagai pengendali dari Thyristor / SCR dengan frekuensi yang cukup tinggi antara on dan off sehingga didapatkan pengaturan tegangan yang lebih akurat

Transistor bekerja seperti relai
Warnai Cara kerja
oranye adalah arus pengendali.
Warna biru adalah arus utama.
Kode transistor .
B =Basis
C =Collector
E =Emitor
fungsi R (resistor) pada rangkaian adalah membatasi arus basis supaya transistor tidak rusak

Tugas transistor pada regulator

1. Sebagai pemutus dan penghubung arus medan yang dikontrol oleh Zener Diode(pada regulator sepeda motor besar) lihat gambar 1. Transistor berada didalam regulator yang berfungsi untuk memutus dan menghubungkan arus medan DF.

Gambar 1: Rangkaian sistem pengisian
Motor besar

Gambar 3.IC.Regulator

2. Sebagai pengendali SCR untuk memutus dan menghubungkan aliran arus yang dihasilkan pembangkit dengan magnet permanen(lihat gambar 2.

Gambar 2 : Regulator tegangan pengisian generator dengan magnet permanen

Gambar 4 : Regulator rectifier

AC Regulator bekerja pada siang hari

Fungsi : Meregulasi tegangan sistem pengisian melalui kumparan pembangkit sistem penerangan.

Cara kerja :

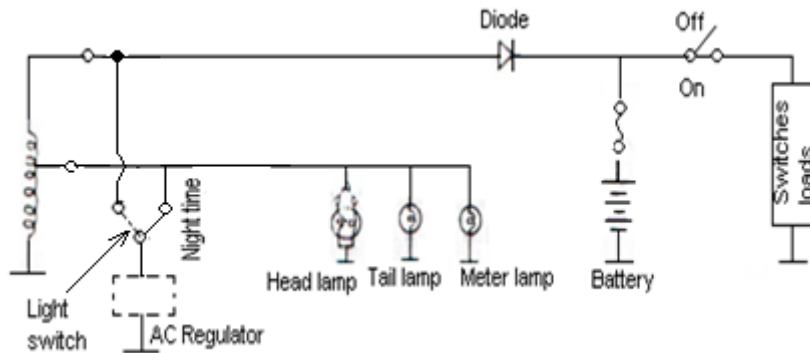
Pada saat siang hari

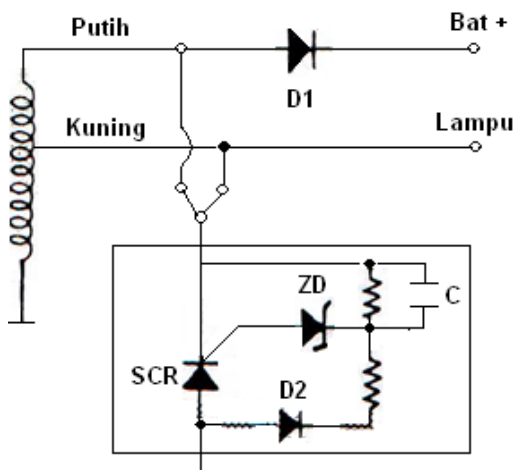
Bila putaran mesin tinggi, maka ujung generator sistem pengisian (putih) akan mengeluarkan tegangan melebihi tegangan pengisian → melalui diode arus disearahakan ½ gelombang dan diisikan ke baterai. Pada saat yang sama tegangan juga dimonitor oleh regulator melalui generator system penerangan. Bila tegangan yang dimonitor oleh regulator melebihi 14,5 volt maka mulailah tegangan tersebut diregulasi sehingga menghasilkan tegangan regulasi pada system pengisian.

Pada saat malam hari

Pada saat lampu kepala dinyalakan maka arus dari generator akan terbagi dua. Untuk lampu kepala arusnya lebih besar dari pada arus untuk system pengisian → arus pengisian berkurang.

Bila putaran tinggi tegangan ke lampu kepala naik → regulator membatasi tegangan ke lampu → lampu tidak mudah putus.

Ac Regulator bekerja siang dan malam hari

Regulator ini bekerja /terhubung melalui saklar lampu kepala/system penerangan baik lampu kepala ketika dimatikan maupun dinyalakan,melalui saklar ganda pada saklar lampu kepala yang juga dapat memindahkan aliran yang masuk ke regulator maka tegangan yang masuk dapat diregulasi sesuai dengan keadaan saklar lampu kepala saat itu langsung pada sumber tegangannya. Kedua jenis regulator (bekerja siang hari maupun siang dan malam) hanya diaplikasikan pada kendaraan tipe yang lama.

AC Regulator bekerja pada siang dan malam

Regulasi tegangan pengisian

Pada saat kumparan pengisian (warna putih) menghasilkan arus + (positif) → disearahkan D 1 → mengisi baterai. Bila tegangan terlalu tinggi dan polaritas massa menjadi + (positif) maka tegangan yang mengalir ke D2 tinggi → ZD membuka (on) → SCR aktif (membuka) → arus mengalir ke kumparan pengisian (putih) → tegangan turun.

C. Rangkuman.

Fungsi sistem pengisian pada sepeda motor diperlukan untuk menjamin agar baterai selalu siap digunakan digunakan pada saat baik ketika menstart mesin maupun ketika motor sudah dijalakan.

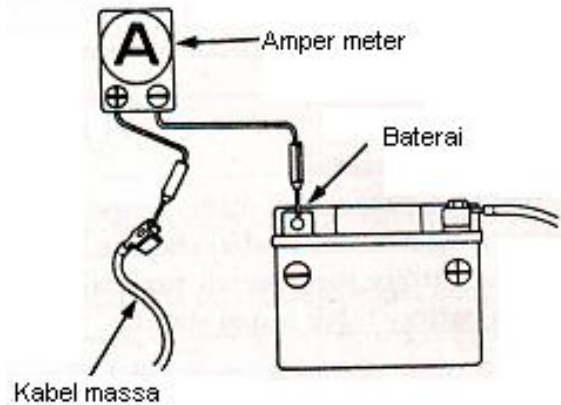
Sistem pengisian pada sepeda motor dibedakan menjadi 2 macam yakni sistem pengisian dengan pembangkit 1 fasa dan sistem pengisian dengan pembangkit 3 fasa.

Pada sistem pengisian, regulator menjamin tegangan yang dibangkitkan oleh generator konstan pada tegangan tertentu agar peralatan kelistrikan terjaga dari kerusakan.

Kerusakan pada salah satu komponen sistem pengisian akan berakibat baterai kosong atau cepat rusak.

Tidak semua jenis regulator dapat digunakan secara langsung pada kendaraan yang berbeda merk dan type meski soket soket pada rangkaian sama.

PEMERIKSAAN SISTEM PENGISIAN

Pemeriksaan kebocoran arus.

Periksalah baterai dari pengosongan diri yang berlebihan dengan cara memeriksa kebocoran arus ketika semua beban pemakai tidak dinyalakan.

Caranya seperti ditunjukkan dalam gambar.. lepas kabel minus dari baterai kemudian rangkaikan Amper meter kabel berwarna merah hubungkan dengan minus baterai dan warna hitam dengan ujung kabel yang terlepas.

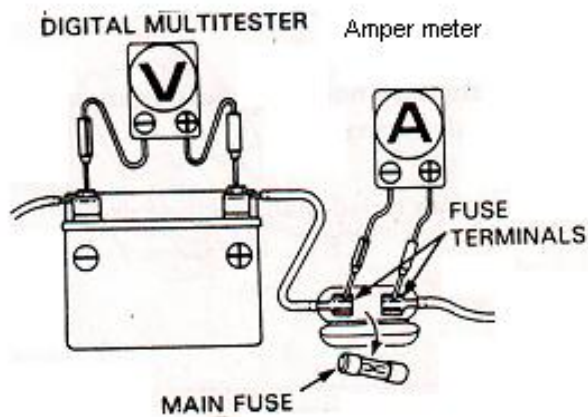
Selama mengukur jangan menghidupkan kunci kontak kemudian bacalah hasil pengukuran.

Hasil pengukuran yang baik adalah tidak ada arus mengalir dengan penunjukan amper meter 0 amper.

Bila ada/terbaca ada arus mengalir maka pada rangkaian ada kebocoran arus.Periksa bagian bagian dari rangkaian dengan cara melepas satu persatu soketnya. apabila soket sedang terlepas arus tetap terbaca berarti kebocoran bukan pada jalur soket yang dilepas.Dan sebaliknya apabila soket sedang dilepas dan arus tidak mengalir lagi berarti pada rangkaian tersebut ada komponen atau kabel yang hubung singkat.

Catatan :

Jangan menggunakan amper meter yang ukurannya lebih kecil dari arus yang semestinya,karena dapat merusakkan alat ukur.

Pemeriksaan Tegangan dan arus pengisian

Sebelum memulai pekerjaan ini lakukan pengecekan pada baterai (baterai harus dalam kondisi penuh) dengan cara mengukur berat jenis elektrolit baterai dapat diketahui kondisi baterai yaitu berat jenis elektrolit 1,28 kg/l pada 20^{0} C tetapi bila baterai yang terpasang adalah baterai MF (Maintenance Free) maka pengecekan ini tidak dapat dilakukan.Ukurlah besar arus pengisian dengan cata melihat gambar diatas,yaitu dengan cara melepas sekring utama,pasanglah kabel hitam ampermeter pada sisi baterai dan sisi merah pada sisi pemakai (kabel bodi)

Lakukan Start dengan Kick Starter jangan menggunakan elektrik starter karena akan merusakkan ampermeter.Setelah mesin hidup naikkan putaran mesin sesuai spesifikasi merk dan type sepeda motor kemudian baca hasil pengkuran dan bandingkan dengan spesifikasi arus yang dihasilkan dengan buku manual sepedamotor yang bersangkutan.Lakukan juga seperti hal yang sama tetapi nyalakan lampu kepala.

Pada saat yang bersamaan catat juga tegangan dengan voltmeter yaitu volt meter dihubungkan pada terminal plus dan minus baterai.

Setelah melakukan pemeriksaan seperti diatas ,hasilnya dapat disimpulkan dibandingkan hal hal yang umum terjadi pada system pengisian sepeda motor :

1.Tegangan melebihi tegangan jepit baterai (12Volt) dan arus yang mengalir kecil,hal ini menunjukkan system pegisian normal.

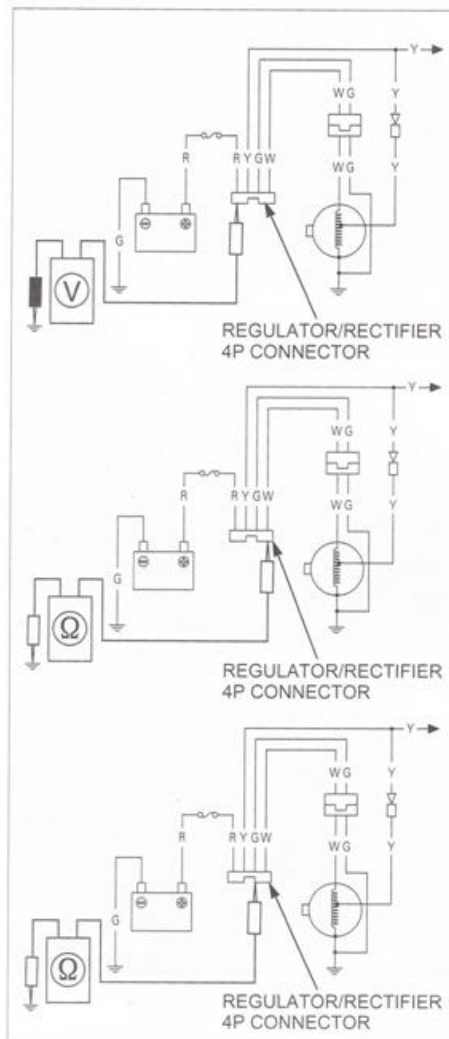
2.Terjadi tegangan dan arus pengisian yang besar,ini menunjukkan pengisian tidak normal.

Ada kondisi lain yang terjadi pada saat melakukan pengukuran ini seperti dibawah ini berikut kemungkinan penyebabnya.

1.Tegangan semakin tinggi dan arus semakin besar bila putarannya dinaikkan,kemungkinan penyebabnya adalah usia baterai sudah tua atau pemasangan baterai yang tidak sesuai kapasitasnya (terlalu besar)

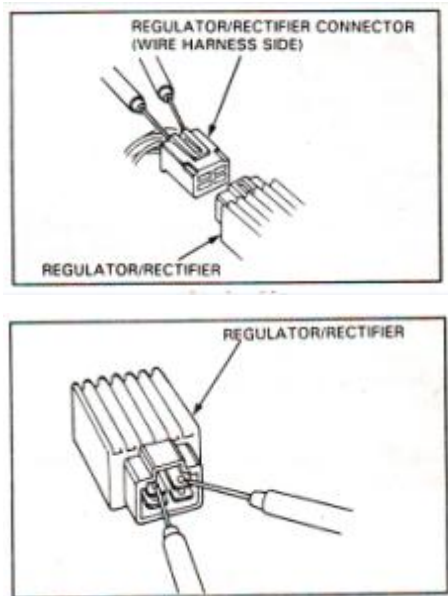
2.Arus pengisian normal tetapi tegangan pengisian terlalutinggi jika putaran semakin tinggi, ke mungkinan penyebabnya adala kerusakan pada regulator rectifier.

3.Tegangan pegisian terlalu rendah Arus pengisian terlalu kecil, kemungkinan penyebabnya adalah kerusakan regulator rectifier (meregulasi terlalu rendah), atau kumparan generator rusak.

Pemeriksaan Kumparan Pengisian.

Pemeriksaan kumparan generator pembangkit dapat dilakukan melalui soket yang akan masuk ke regulator berjumlah 4 pin.Lepas soket dari regulator dengan cara menekan pengunci soket dan menarik keluar.

Ukur ujung pada ujung pin kabel berwarna hijau (G) pada sisi generator terhadap massa/bodi,hasilnya harus ada kontinuitas hubungan/tanpa tahanan. Ukur ujung pin pada konektor kabel berwarna merah (R) terhadap massa,hasilnya harus ada tegangan baterai.

Ukur pada ujung pin kabel berwarna putih (W) terhadap massa maka hasilnya harus ada tahanan berkisar antara1,1 -1,2 ohm.

Pemeriksaan Regulator rectifier

Bila Regulator rectifier rusak maka komponen tersebut tidak dapat diperbaiki, maka komponen tersebut harus diganti baru.Adapun cara pemeriksaan bisa dilakukan dengan tahapan seperti yang dibahas sebelumnya.Setelah diperiksa ternyata kesimpulan hasil pemeriksaan menyimpulkan bahwa regulator rectifier rusak maka dapat dilakukan pengukuran kembali pada regulator untuk lebih meyakinkan bahwa benar-benar regulator rectifier rusak. Untuk itu ada cara lain menguji regulator rectifier sebagai berikut :

Cara pemeriksaan :

Warna kabel	Pemeriksaan
Kabel Baterai (merah/putih atau merah)	Harus ada tegangan antara kabel merah dengan massa
Kabel massa (hijau)	Harus ada kontinuitas hubungan antara kabel hijau dengan body.
Kabel pengisian (putih)	Harus ada nilai tahanan sesuai standar
Kabel lampu penerangan jalan (kuning)	Harus ada nilai tahanan sesuai standar

Setelah pemeriksaan selesai dan hasil pemeriksaan memenuhi syarat atau sama dengan kondisi yang disebutkan pada tabel pemeriksaan tetapi hasil pengukuran tegangan pada sistem pengisian tidak sesuai dengan ketentuan (14,5 Volt) maka gantilah regulator tersebut dengan yang baru.

d. Tugas.

- periksa dan tentukan sistem pengisian pada sepeda motor yang telah disediakan tergolong sistem pengisian 1 fasa atau 3 fasa, dan laporkan hasilpemeriksaan berupa gambar rangkaian.
- Ukurlah tegangan regulasi pada sistem pengisian sepeda motor tersebut dan catat hasilnya pada bermacam macam putaran motor.
- Apa yang terjadi bila regulator rectifier rusak dan tidak dapat meregulasi lagi.

Pembelajaran II : SISTEM PENGAPIAN

A Deskripsi.

Buku ini menjelaskan sistem pengapian sepedamotor tentang
Konstruksi dan cara kerja serta bermacam macam jenis CDI yang dibedakan dari tegangan dan arus masuk yang diperlukan oeh CDI.

B.Kegiatan belajar.

1. Kegiatan belajar 2.

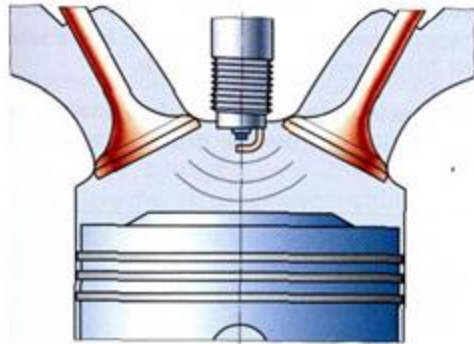
a.Tujuan pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini diharapkan siswa dapat :

- Siswa dapat mengidentifikasi komponen-komponen sistem pengisian.
- Siswa dapat mendiagnosa gangguan sistem pengisian.
- Siswa dapat memperbaiki sistem pengapian.

b.Uraian Materi.

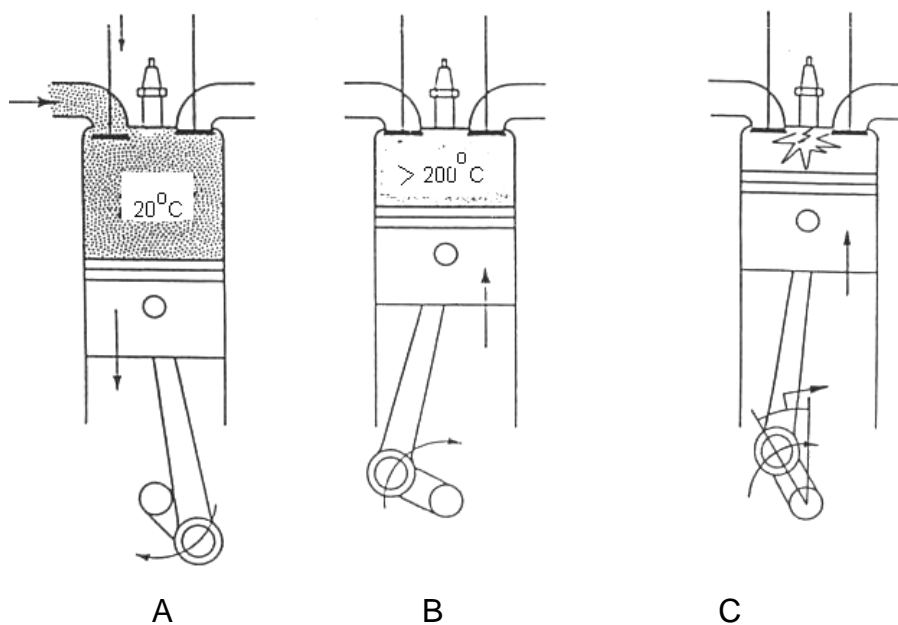
SISTEM PENGAPIAN

Pengapian disini diartikan pembakaran Campuran bahan bakar dan udara yang dicampur terlebih dahulu kemudian dimasukkan kedalam ruang bakar dan dikompresikan kemudian dilakukan percikan dengan waktu tertentu dan kualitas api yang baik,dengan demikian dapat dimulai pembakaran seperti gambar dibawah ini.

Gambar : Pengapian

Semua sistem pengapian memiliki busi dan satu koil atau lebih.

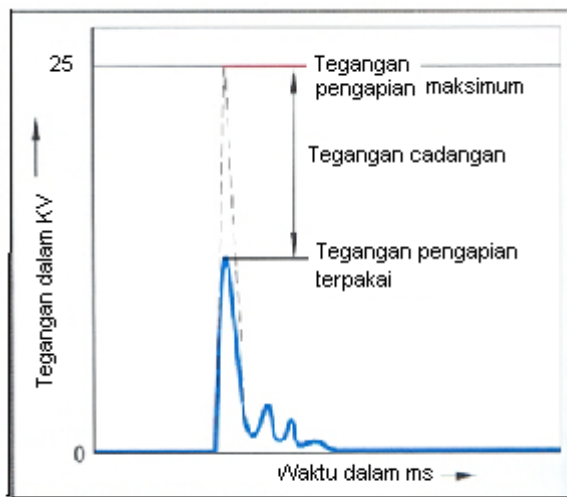
Sistem pengapian merupakan salah satu faktor terjadinya pembakaran yang sempurna sehingga dapat dihasilkan daya yang optimal pada mesin tertentu dan emisi gas buang yang rendah.Adapun tuntutan/prasarat dasar dari terjadinya pembakaran yang baik digambarkan sebagai berikut.

Persyaratan Dasar

A B C

Campuran bahan bakar dan udara dimasukkan kedalam ruang bakar oleh karena gerakan menghisap dari piston dari TMA ke TMB Pada saat seperi ini

temperatur campuran turun menjadi kurang lebih 20^0 C karena udara bercampur bensin (gambar A)

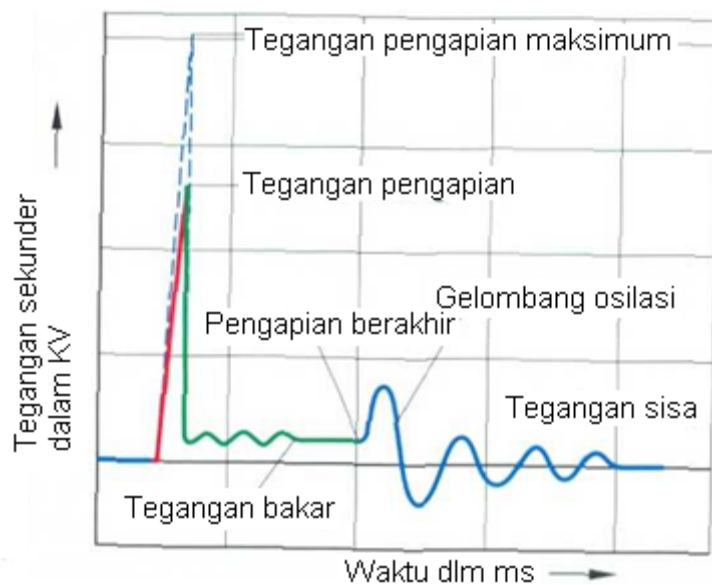
Langkah berikutnya mengkompresi campuran tersebut hingga piston mendekati TMA maka tekanan dan temperature naik hingga mencapai kurang lebih 200^0 C(gambar B) Pada saat piston mendekati TMA dipercikkan bunga api pengapian melalui elektroda busi dan terjadilah pembakaran pada campuran bensin dan udara.

Persyaratan adanya pembakaran yang baik juga ditentukan selain Rasio campuran yang sesuai,kompresi yang mencukupi dan Percikan api yang kuat.

Gambar ;Osilogram tegangan pengapian

Pengapian harus memiliki kemampuan tertentu dengan demikian dapat ditentukan celah busi sehingga tegangan dapat mengionisasi udara pada celah busi.Gambar disebelah menunjukkan osilogram sebuah pengapian yang memiliki kemampuan pengapian maksimal tetapi pada kenyataannya tegangan tersebut tidak digunakan sepenuhnya,sehingga masih ada tegangan cadangan.

Selisih antara tegangan maksimal yang dapat dihasilkan sistem pengapian dengan tegangan terpakai adalah tegangan cadangan.Semakin besar tegangan cadangan maka semakin baik kemampuan sistem pengapian ,Tetapi perlu diketahui bahwa semakin tinggi putaran motor maka semakin turun pula tegangan maksimalnya karena waktunya semakin singkat untuk membuat energi listrik pada sistem pengapian ,sedangkan tegangan terpakai menjadi lebih besar karena campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar jumlahnya juga bertambah maka daya pengapian yang dibutuhkan juga lebih besar. Maka area tegangan cadanganmenyempit .Ketika tegangan meloncat diantara celah elektroda busi pada saat itulah dibutuhkan tegangan yang cukup tinggi tetapi

masih belum sampai pada tegangan maksimal sistem pengapian,sampai berhasil melompat dan membakar campuran bahan bakar yang dilewatinya.

Setelah tegangan berhasil melompat diantara celah elektroda busi maka tegangan pembakaran turun..Hal tersebut ditunjukkan dengan Gambar osilogram tegangan sekunder sistem pengapian seperti gambar dibawah ini.

Gambar ; Osilogram Tegangan Sekunder sistem pengapian

Keterangan gambar :

Tegangan pengapian : tegangan ini disebut juga tegangan jarum,yaitu tegangan yang dibutuhkan sampai tegangan dapat melompat diantara celah elektroda busi.

Tegangan Bakar : tegangan yang dihasilkan oleh loncatan bunga api untuk membakar campuran bahan bakar.

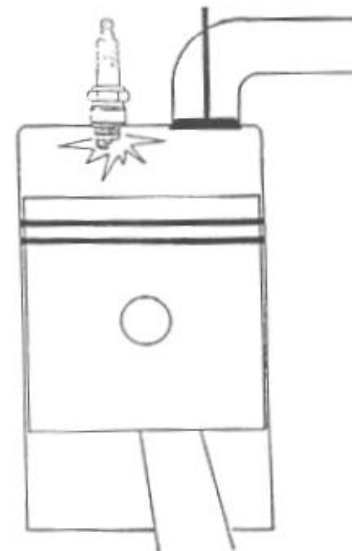
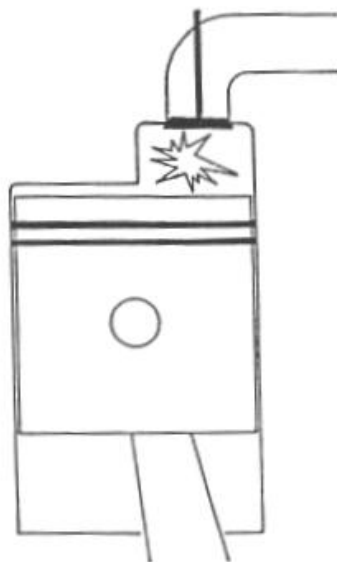
Pengapian berakhir : berakhirnya bunga api meloncat diantara celah busi,dalam waktu kurang lebih 1,5 ms.

Gelombang osilasi : sisa tegangan pembakaran yang terjadi ketika kumparan primer juga menginduksi sekunder dan sebaliknya.

Macam - Macam Sistem Pengapian

Cara penyalaan bahan bakar pada motor bakar dibedakan menjadi 2 macam :

Penyalaan Sendiri

Penyalaan dengan sistem pengapian bunga api listrik

Udara murni dimampatkan hingga mencapai tekanan tinggi yaitu kurang lebih 23 Bar hingga temperatur mencapai 700 sampai 900^{0}C lalu bahan bakar diesel disemprotkan berupa kabut halus terjadilah pembakaran dengan sendiri,motor yang cara pembakarannya demikian disebut motor diesel.

Campuran udara dan bahan bakar (bensin) pada menjelang akhir langkah Kompresi dibakar dengan loncatan bunga api listrik pada celah elektroda busi yang demikian disebut motor otto/bensin

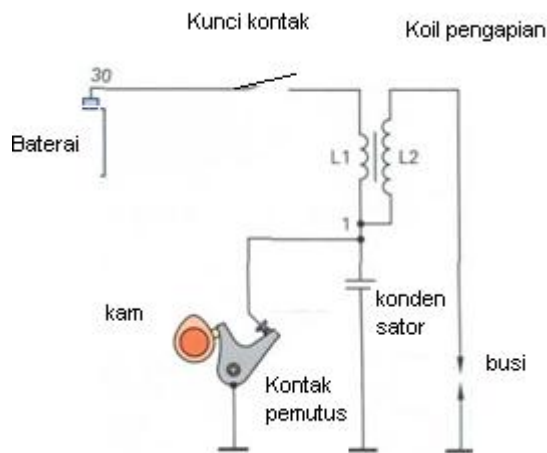
Sistem pengapian sepedamotor selalu menggunakan sistem pengapian dengan menggunakan percikan bunga api listrik karena tidak ada sepeda motor dengan mesin diesel.

Sistem Pengapian sepeda motor terbagi sebagai berikut :

1. pengapian konvensional (menggunakan platina)
   - Pengapian DC (menggunakan sumber dari baterai)
   - Pengapian AC (menggunakan sumber dari generator)

2. Pengapian elektronik (Capasitor Discharge Ignition / CDI)
   - CDI – DC
   - CDI – AC

1. sistem pengapian konvensional pada sepeda motor ada 2 macam :

   - Sistem Pengapian DC (menggunakan Baterai sebagai sumber tegangan)

Gambar 1. Sistem pengapian baterai dengan kontak pemutus konstruksi sampai 1980

prinsip kerja dasar

Tegangan baterai 12V ditransformasikan menjadi tegangan tinggi 5000 s/d 25 Kv, Kemudian dialirkan kebusi

Cara kerja :

Arus dari baterai masuk melalui kunci kontak mengalir melalui kumparan L1 koil pengapian

(primer koil) dan mengalir ke kontak pemutus menuju masa pada saat Kam tidak menekan

Kontak pemutus → terbentuk medan magnet pada L1. Pada saat kontak pemutus

Mulai terbuka akibat dari Kam yang mendorong kontak pemutus maka arus yang melalui

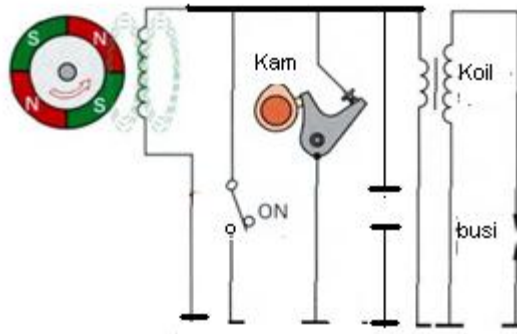
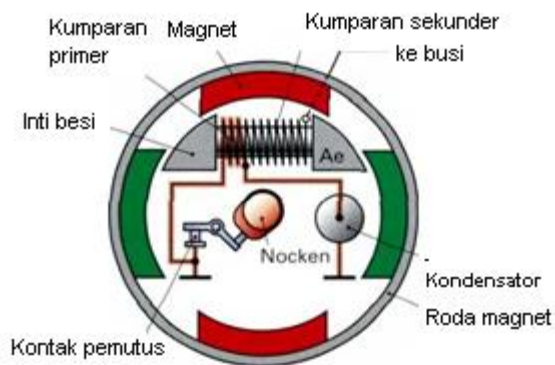
L1 hilang mendadak,kemagnetan hilang mendadak dan kemagnetan memotong kumparan

Sekunder koil L2 → terjadi tegangan tinggi pada ujung kumparan L2 yang terhubung

dengan busi maka melompatlah tegangan tersebut berupa bunga api.

Sifat-sifat

- ✓ Daya pengapian baik pada putaran rendah (bila tegangan baterai cukup).
- ✓ Saat pangapian ditentukan oleh putaran mesin.
- ✓ Saat pengapian dapat diatur secara mekanis menggunakan kontak pemutus atau secara elektronis

- **Sistem Pengapian Magnet**

(a)

.(b).

Gambar:

(a)Bagan Sistem pengapian magnet dengan kontak pemutus.

(b).Konstruksi system pengapian magnet

Prinsip kerja dasar

Pengapian magnet merupakan gabungan dari generator dan sistem pengapian

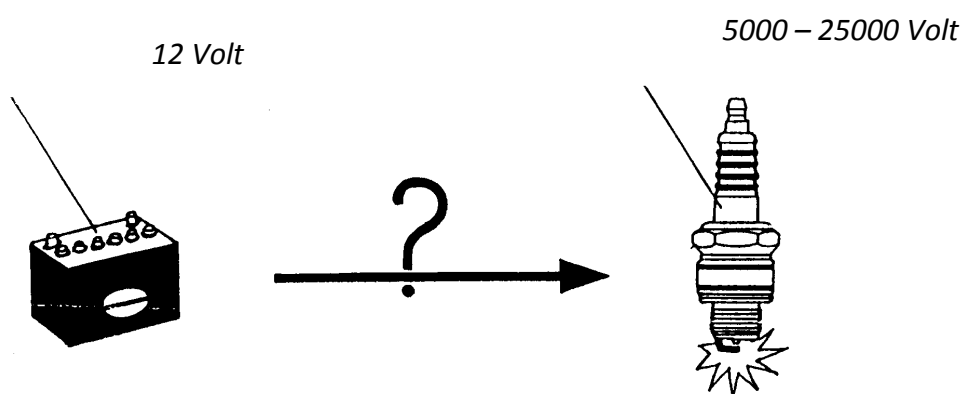
Cara kerja sistem pengapian magnet.

Bila magnet berputar maka Kam akan berputar karena konstruksi kam menyatu ditengah /satu poros dengan magnet.Maka dibangkitkan tegangan dan arus bolak balik menuju kumparan primer koil pengapian tetapi jika kontak pemutus dalam posisi menutup maka arus hanya dibuang melalui kontak pemutus ke massa ⟶ Tidak terbentuk medan magnet pada kumparan primer koil. Pada saat kontak pemutus mulai terbuka tegangan yang dibangkitkan tidak lagi dialirkan ke massa, maka pada saat itulah terjadi pengaliran mendadak ke kumparan primer koil dan terjadilah tegangan tinggi pada kumparan sekunder.

Sifat-sifat

- Sumber tegangan dari generator, sehingga motor dapat hidup tanpa baterai.
- Daya pengapian baik pada putaran tinggi.
- Putaran start harus lebih tinggi dari 200 rpm
- Sering digunakan pada motor kecil seperti sepeda motor dengan isi silinder kecil.

Percikan bunga api yang kuat bisa didukung oleh system kerja salah satu komponen system pengapian yaitu coil pengapian dengan cara menaikan tegangan yang meloncat ke busi

Cara Menaikkan Tegangan

Tegangan baterai (12 V) dinaikkan menjadi tegangan tinggi 5000 ÷ 25000 Volt dengan menggunakan transformator (Koil).

Dasar Transformasi Tegangan

Transformasi tegangan berdasarkan **Prinsip induksi magnetis**

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>

a. Medan magnet

Jika magnet digerak-gerakkan dekat kumparan,maka :

- Terjadi perubahan medan magnet
- Timbul tegangan listrik

Tegangan tersebut disebut "Tegangan Induksi"

b. Transformator

Jika pada sambungan primer transformator dihubungkan dengan arus bolak – balik maka :

- *Ada perubahan arus listrik*
- *Terjadi perubahan medan magnet*
- *Terjadi tegangan induksii lampu menyala*

c. Perbandingan tegangan

Perbandingan tegangan sebanding dengan perbandingan
</td>
</tr>
</table>

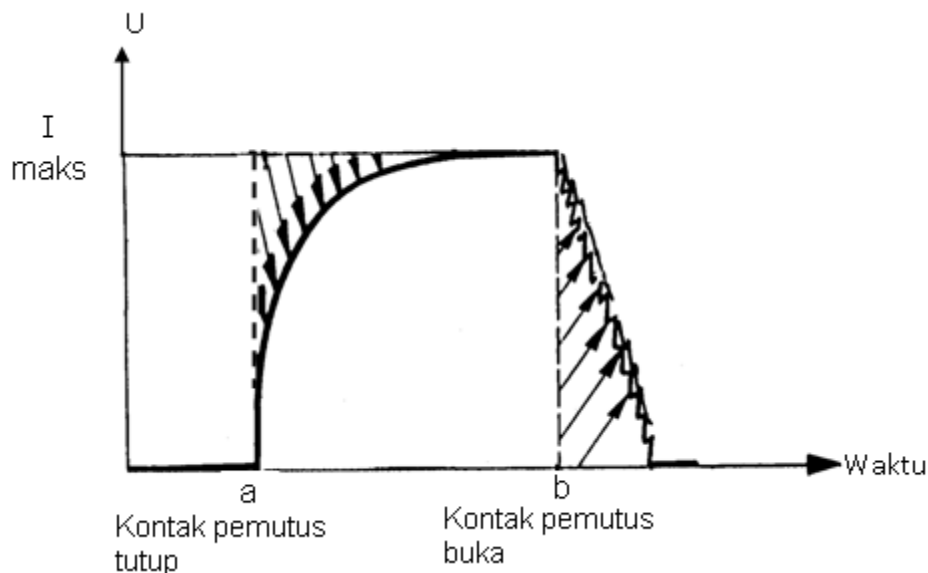
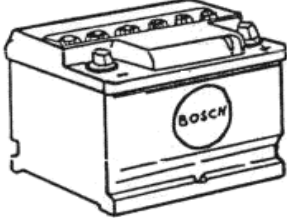
	jumlah lilitan • Jumlah lilitan sedikit tegangan induksi kecil • Jumlah lilitan banyak tegangan induksi besar

d. Transformasi dengan arus searah

	Bagaimana jika transformator diberi arus searah ? • *Transformator tidak dapat berfungsi dengan arus searah, karena :* ⇒ *Arus tetap* ⇒ *Tidak tejadi perubahan medan magnet* ⇒ *Tidak ada induksi*
	Dengan memberi saklar pada sambungan primer Jika saklar dibuka / ditutup (on / off), maka : • *Arus primer terputus – putus* • *Ada perubahan medan magnet* *Terjadi induksi*

Sifat-sifat induksi diri

Pada setiap kumparan bila dialiri listrik atau diputuskan maka pada kumparan tersebut terjadi induksi diri yang arahnya selalu berlawanan dengan arah aliran arus,seperti digambarkan dibawah ini.

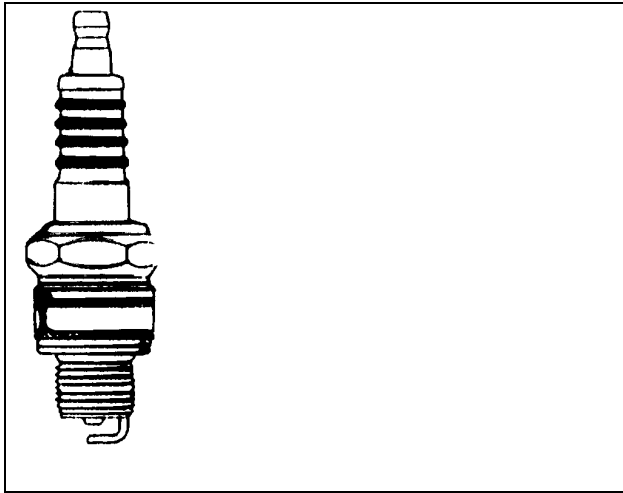
- Tegangannya bisa melebihi tegangan sumber arus, pada sistem pengapian tegangannya ≈ 300 - 400 Volt
- Induksi diri adalah ***penyebab*** timbulnya bunga api pada kontak pemutus
- Arah tegangan induksi diri selalu ***menghambat*** perubahan arus primer

a) kontak pemutus tutup, induksi diri memperlambat arus primer mencapai maksimum

b) kontak pemutus buka, induksi diri memperlambat pemutusan arus primer, akibat adanya loncatan bunga api pada kontak pemutus

Jika pada kumparan selalu terjadi penghamhatan pada saat terjadinya perubahan arus maka arus tidak dapat cepat mencapai maksimum atau arus tidak dapat putus dengan cepat (lihat tanda panah selalu melawan arus),Hal ini akan menyebabkan penghubungan dan pemutusan arus tidak dapat dilakukan dengan cepat.Untuk menghilangkan efek tersebut maka pada ujung kumparan harus dipasang kapasitor yang berfungsi untuk menyerap induksi diri tersebut.

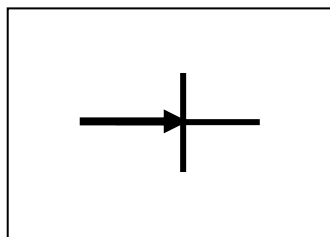
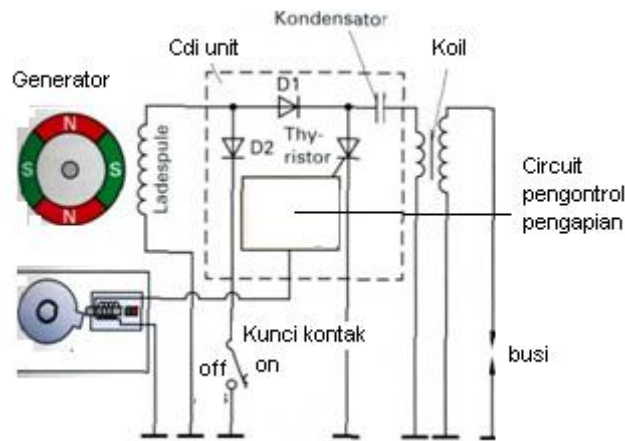
Bagian – Bagian Sistem Pengapian

	Baterai Kegunaan : Sebagai penyedia atau sumber arus listrik **Kunci kontak** Kegunaan : Menghubungkan dan memutuskan arus listrik dari baterai ke sirkuit primer
	Koil Kegunaan : Mentransformasikan tegangan baterai menjadi tegangan tinggi (5000 – 25.000 Volt)

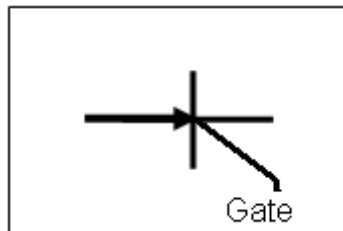
	Kontak pemutus Kegunaan : Menguhungkan dan memutuskan arus primer agar terjadi induksi tegangan tinggi pada sirkuit sekunder sistem pengapian.
	Kondensator Kegunaan: • Mencegah loncatan bunga api diantara celah kontak pemutus pada saat kontak mulai membuka • Mempercepat pemutusan arus primer sehingga tegangan induksi yang timbul pada sirkuit sekunder
	Generator Pembangkit Kegunaan : Sebagai penghasil atau sumber tegangan AC.

	Busi Kegunaan : Meloncatkan bunga api listrik diantara kedua elektroda busi di dalam ruang bakar, sehingga pembakaran dapat dimulai

2. **Pengapian elektronik (Capasitor Discharge Ignition / CDI)**

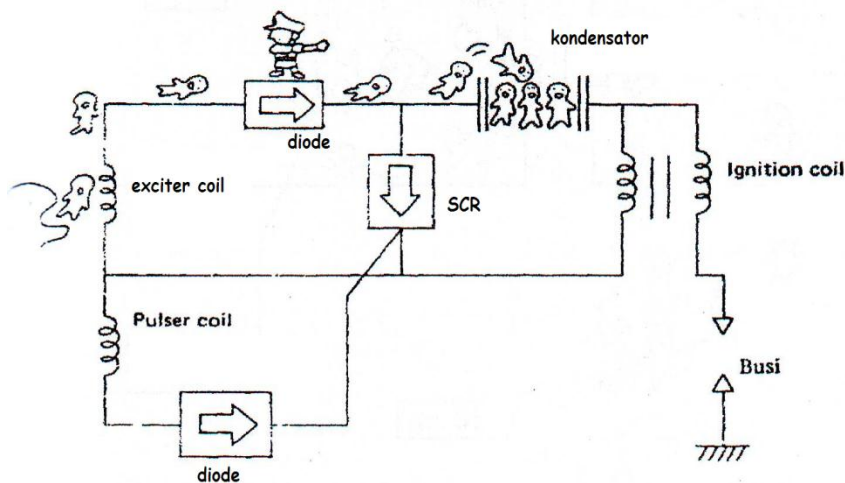
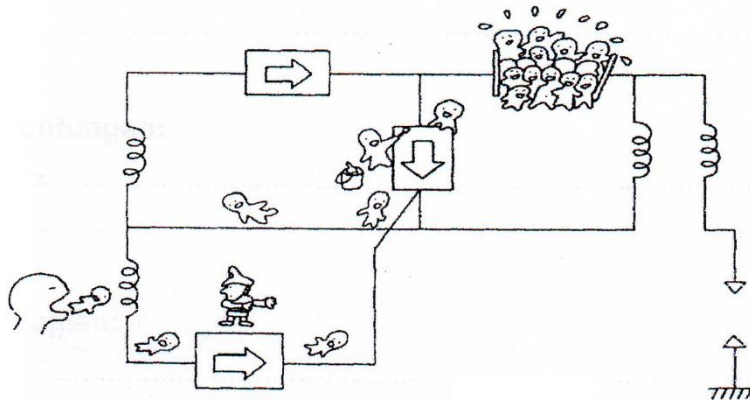
Sistem Pengapian Magnet CDI

(Capasitor Discharge Ignition Magnet)

DIODE

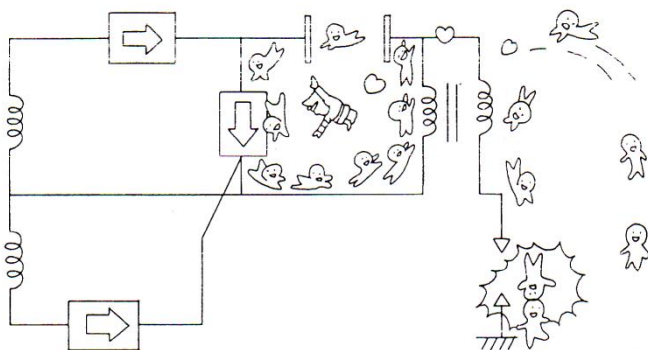
Diode menyebabkan arus hanya dapat mengalir searah. Pada saat arus mengalir, ada perbedaan tegangan

(menurun) yang sangat kecil melewati diode.

THRYSTOR (SCR).

Thrystor mempunyai 3 kaki yaitu anoda, katoda dan gate (gerbang). Seperti diode, thrystor hanya dapat mengalirkan arus dari anoda ke katoda, tetapi hanya jika sejumlah tegangan tertentu dialirkan pada gate (gerbang).

Prinsip kerja CDI

- Tegangan yang dibangkitkan oleh kumparan pembangkit tegangan primer (exciter coil) disearahkan oleh diode penyearah dan disimpan dalam kapasitor.

Sewaktu kumparan pulser membangkitkan tegangan yang mengalir ke thyristor lewat diode

akan membuka thyristor.

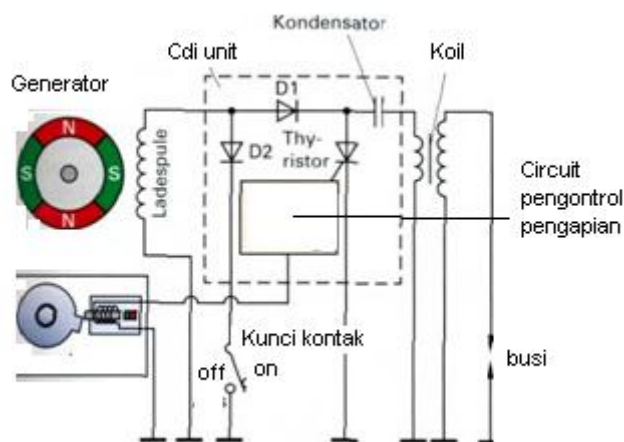
.

- Thyristor membuka, maka dengan cepat arus mengalir dari kapasitor ke kumparan primer.
- Dengan cepat pula medan magnet dibangkitkan dan tegangan tinggi dibangkitkan pada kumparan sekunder.

Keuntungan:

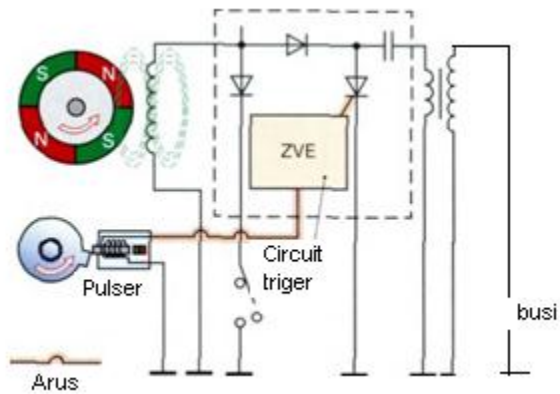
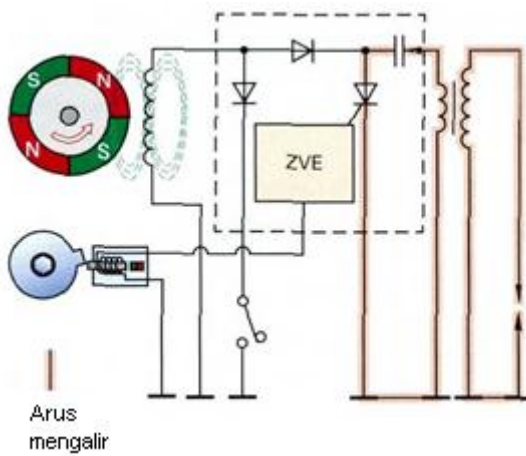
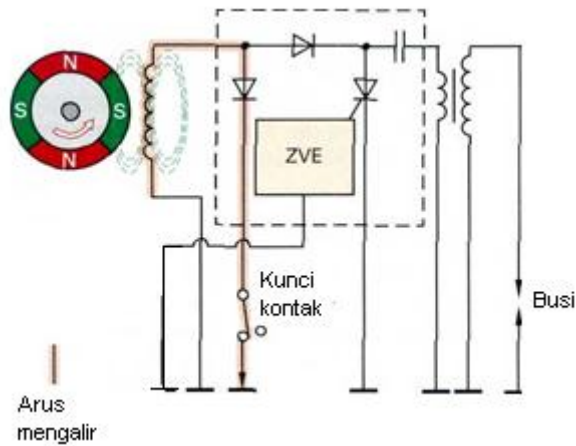
Efisiensi pengapian / daya pengapian lebih besar dibandingkan dengan menggunakan kontak pemutus.

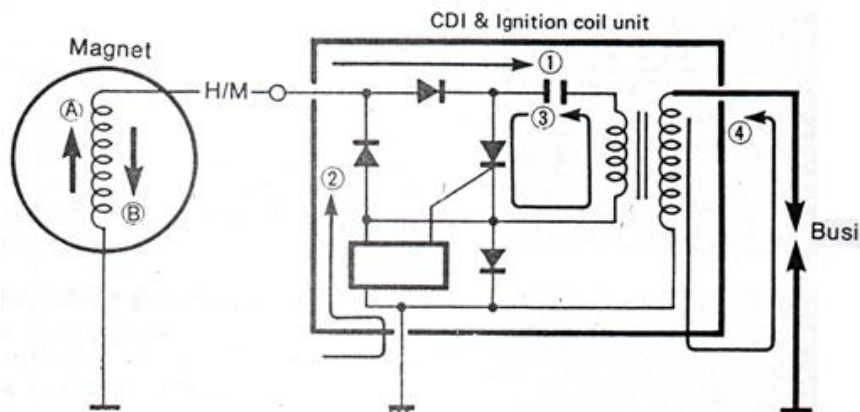
Kerugian:

Hanya cocok untuk motor bervolume silinder kecil karena sifat dari kapasitor membuang muatan dengan cepat,sehingga waktu loncatan bunga api sangat singkat yaitu kurang lebih 0,2 milli detik (ms).

- **Sistem Pengapian CDI-AC**
  - **Menggunakan pulser**

Gambar 1 : CDI – AC.

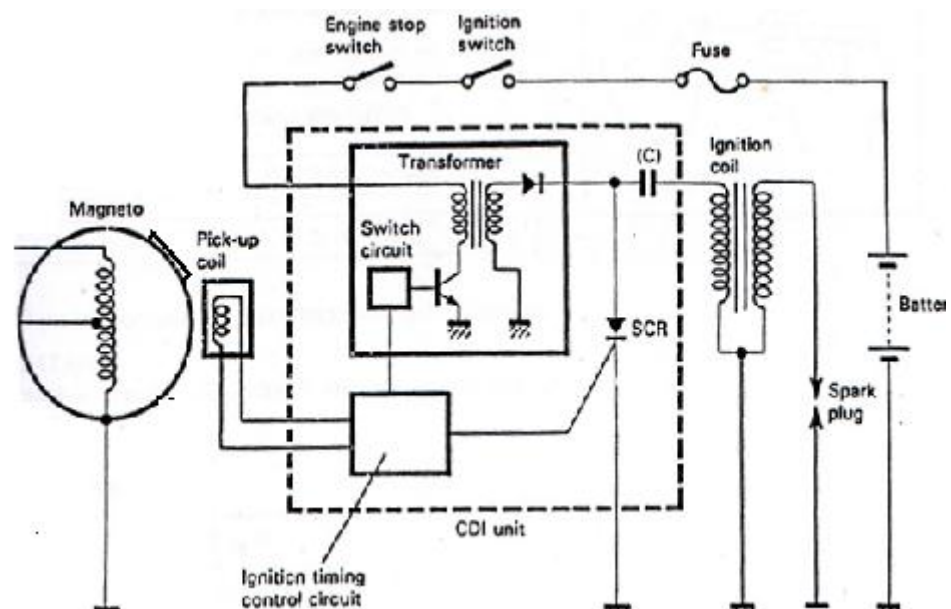
Cara kerja:

- magnet berputar → exciter coil (spul) mengeluarkan tegangan AC 100 s/d 400 volt.
- Arus AC dirubah menjadi arus searah oleh diode → disimpan dalam capasitor → juga ke primer koil → ke massa → timbul medan magnet pada inti koil.

- Pulser membangkitkan tegangan dialirkan ke Circuit trigger.
- SCR mulai diaktifkan dengan memberikan arus pada Gate SCR

- Gate SCR terbuka → capasitor membuang muatannya ke massa.
- Terjadi perubahan medan magnet pada koil → pada kumparan sekunder terjadi tegangan tinggi yang dialirkan ke busi.

Bila kunci kontak dimatikan (off) pada gambar terlihat kunci konkat terhubung ke massa akibatnya arus yang dibangkitkan generator langsung dibuang ke massa sehingga CDI tidak aktif.

Pengapian CDI AC Tanpa Pulser

Cara kerja:

- Magnet berputar → kumparan menghasilkan tegangan AC.
- Arus AC mengalir searah dengan A (+) diubah menjadi arus searah oleh diode → disimpan dalam capasitor.
- Juga mengalir ke primer koil → massa → timbul medan magnet pada inti koil.

- Magnet berputar terus → arus mengalir searah B (-) melalui massa → ke Ignition Timing Control Circuit → menentukan saat pengapian dengan mengirim pulsa ke SCR.
- Gate SCR membuka → capasitor membuang muatannya ke massa.
- Terjadi perubahan medan magnet pada koil → pada kumparan sekunder terjadi tegangan tinggi yang dialirkan ke busi.
-

▪ **Sistem pengapian CDI – DC**

Cara kerja:

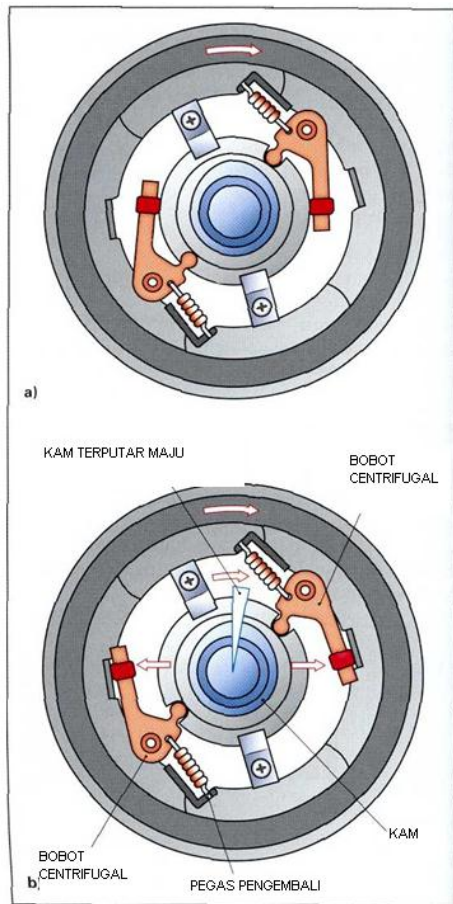
- Arus dari baterai masuk transformer

  → diputus – hubung oleh switch circuit → untuk memperbesar tegangan dari baterai.

  12 Volt menjadi 200 Volt AC.

- Tegangan tinggi dari transformer → disearahkan oleh diode → masuk ke SCR → SCR aktifkan (on) dan juga simpan dalam capasitor (C).

- Arus dari capasitor juga mengalir ke primer koil → ke massa → timbul medan magnet pada inti koil.
- Ketika pick-up melewati pulser → pulser mengeluarkan tegangan → masuk ke Ignition Timing Control Circuit → menentukan saat pengapian dengan mengirim pulsa (arus) ke SCR.
- Gate SCR membuka → membuang muatan ke massa.
- Terjadi perubahan medan magnet pada koil → kumparan sekunder terjadi tegangan tinggi yang dialirkan ke busi.

- **PEMAJUAN WAKTU PENGAPIAN**

Konstruksi advand centrifugal

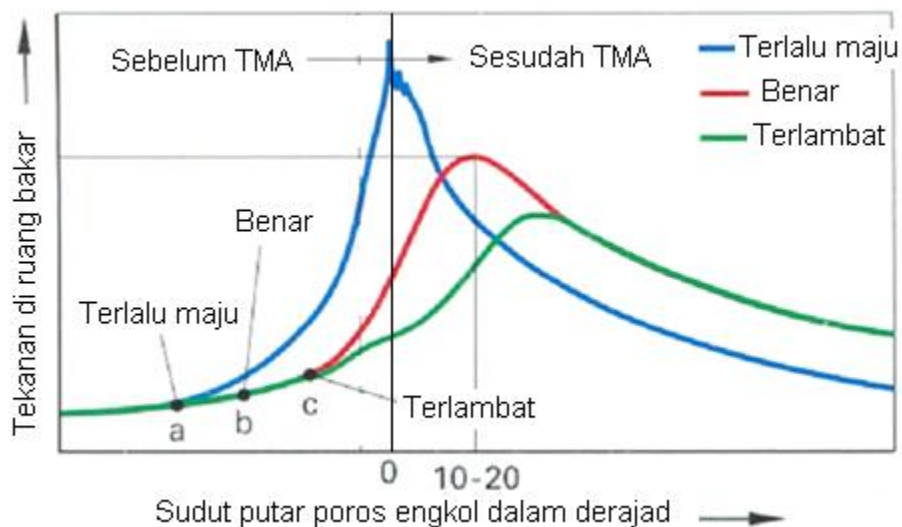
Konstruksi Advand Centrifugal dibuat sampai dengan 1970.

Pada sistem pengapian konvensional yang masih menggunakan kontak pemutus terdapat komponen yang berfungsi untuk memajukan saat pengapian pada saat putaran berubah. Mengapa saat pengapian perlu dimajukan seiring dengan kenaikan putaran mesin ? ini disebabkan karena waktu bakar mulai dari busi meloncatkan bunga api (beberapa derajad sebelum TMA) sampai dengan bahan bakar terbakar sempurna (beberapa derajad sesudah TMA) diperlukan waktu 1 ms (milli detik) sehingga jika putaran semakin tinggi maka waktu tempuh tetap maka jarak pengapian harus dirubah menjadi lebih maju sehingga didapatkan tekanan dan temperatur pembakaran maksimal tetap berada beberapa derajat sesudah TMA.

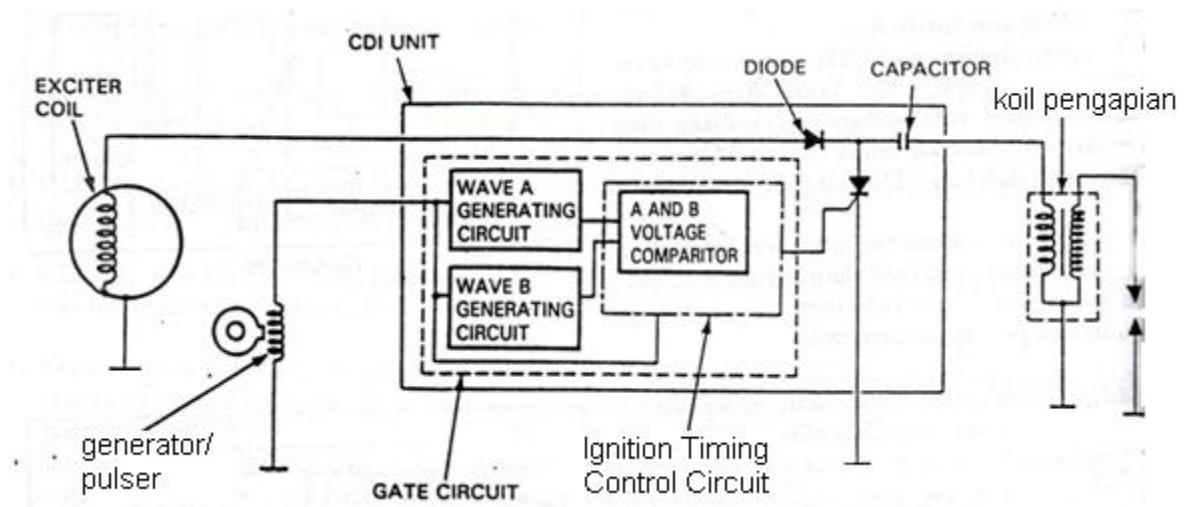
Pada saat putaran masih rendah saat pengapian masih berada disekitar 10 sampai dengan 15^{o} poros engkol sebelum piston mencapai TMA.,agar tekananan dan temperatur maksimal berada dekat sesudah TMA.sehingga

bahan bakar terbakar sempurna.Kondisi advand Centrifugal masih belum pada posisi memajukan (gambar a)

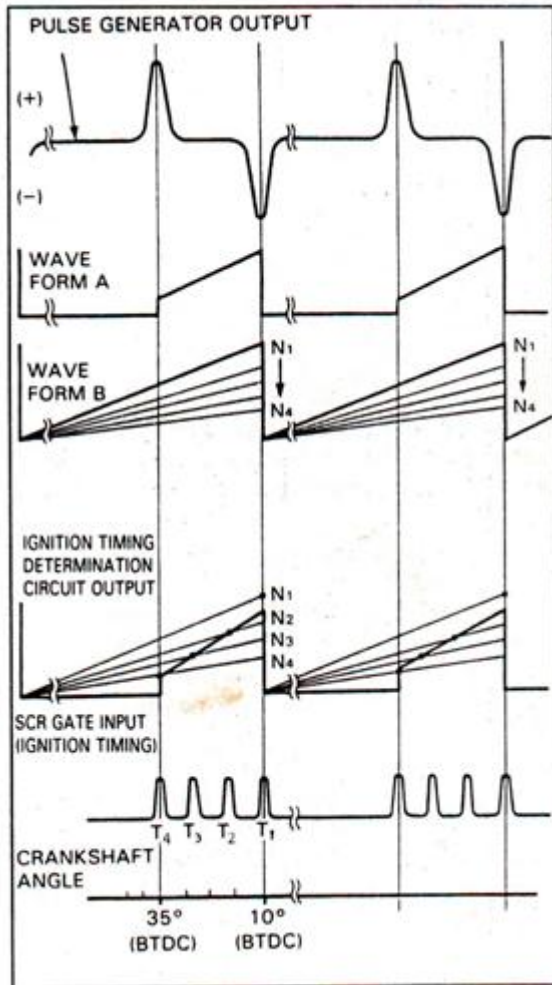
Pada saat putaran motor ditambah sampai dengan putaran tertentu maka pegas advand centrifugan mampu tertarik oleh bobotnya (gambar b) yang akan mengakibatkan poros Kam pengapian bergeser beberapa derajad melawan arah putaran magnet.dan terjadilah pengajuan saat pengapian.

Bila putaran motor bertambah sedangkan saat pengapian tidak dimajukan maka yang terjadi adalah kelambatan waktu pembakaran (karena waktu yang tersedia tetap sedangkan putaran makin cepat) yang akan mengakibatkan sebagian bahan bakar tidak terbakar sempurna dan tenaga mesin berkurang ruang bakar menjadi panas berlebihan,Jadi dapat disimpulkan bahwa saat pengapian perlu dimajukan berdasarkan perubahan putaran mesin dengan tujuan agar tekanan dan temperatur maksimal tetap berada dekat sesudah TMA (lihat gambar 1)

Gambar 1.Grafik Saat pengapian dan tekanan ruang bakar

Pada sistim CDI, pengajuan waktu pengapian tidak dilakukan oleh mekanis advancer seperti halnya pada sistim platina, tetapi oleh proses pengaturan secara elektronik.

Diagram dibawah ini memperlihatkan prinsip kerja dari pemajuan waktu pengapian. Rangkaian (sirkuit) triger terdiri dari sirkuit pembangkit WAVE (gelombang) – A dan WAVE (gelombang) – B, yang merubah output dari pulse generator menjadi WAVE – A dan WAVE-B, serta sebuah rangkaian /sirkuit penentu waktu pengapian.

Gelombang B merupakan gelombang yng dihasilkan dari ketika generator pulsa membangkitkan tegangan positif pada massanya (ingat pembangkit arus bolak balik).

Paduan dari pembentukan gelombang tersebut diterjemahkan oleh rangkaian tegangan komparator A dan B dan jadilah perubahan waktu pengaktifan SCR atau terjadi pengajuan saat pengapian bila putaran naik, karena bentuk gelombang A selalu tetap bila putaran berubah sedangkan gelombang B berubah jika putaran berubah.

PULSE GENERATOR OUTPUT
(+)
(–)
WAVE FORM A
WAVE FORM B
N1
N4
IGNITION TIMING DETERMINATION CIRCUIT OUTPUT
N1
N2
N3
N4
SCR GATE INPUT (IGNITION TIMING)
T4 T3 T2 T1
CRANKSHAFT ANGLE
35° (BTDC)
10° (BTDC)

Output dari generator pulse (Pulse Generator) akan dirubah kebentuk dasar, gelombang-A dan gelombang-B.

Gelombang dasar-A tidak akan dipengaruhi oleh putaran mesin dan selalu tetap (Constant).

Gelombang dasar-B berubah kecuraman lerengnya waktu kecepatan mesin bertambah seperti terlihat pada grafik tersebut.

Sirkuit penentu saat pengapian mengirim arus ke gate SCR waktu sebuah pulsa tegangan negatif dari generator pulsa menjadi input ke sirkuit penentu atau gelombang-A menjadi lebih besar dari gelombang-B.
Arus ke gate SCR mengaktifkan SCR dan menyalakan pengapian.

Karena gelombang-A selalu tetap dan gelombang-B berubah bentuknya waktu putaran mesin naik, gelombang-B menjadi lebih kecil dibanding gelombang-A.

Waktu kecepatan mesin naik, waktu dimana gelombang-A menjadi lebih besar dari gelombang-B adalah maju (Advance).

Waktu kecepatan mesin naik diatas N4 saat pengapian tidak maju lagi karena gelombang dasar A disitu tidak miring.

Pada N1, gelombang-B lebih besar dibanding gelombang-A dan waktu pengapian saat ini ditentukan oleh pulsa tegangan negatif dari generator pulsa.

Konstruksi komponen-komponen sistem pengapian.

Dari kumparan sekunder pengapian dihasilkan tegangan tinggi yanga dialirkan ke busi melalui kabel tegangan tinggi, steker busi.

Komponen sistem pengapian tersebut terdiri dari :

- Busi
- Kabel busi
- Koil pengapian

- Steker busi.

BUSI.

Busi mempunyai tugas meloncatkan bunga api listrik tegangan tinggi didalam ruang bakar dan membakar campuran bahan bakar dan udara yang sudah dikompresikan .Bunga api listrik meloncat diantara elektrode tengah yang diisolasi dengan keramik ke sebuah atau lebih elektrode massa .

Busi memiliki tuntutan sebagai berikut :

- Mampu menerima beban sampai dengan tegangan 40.000 volt
- Daya isolasi sampai dengan 1000 ^{o}C.
- Cepat mencapai temperatur pembersihan diri.
- perapat ruang bakar.
- Konstruksi mekanis yang kuat.
- Tahan terhadap proses kimia yang terjadi di ruang bakar.
- Tahan terhadap perubahan temperatur :gas panas/campuran bahan bakar yang dingin.
- Mampu mengalirkan panas pada isolator dan elektrode.

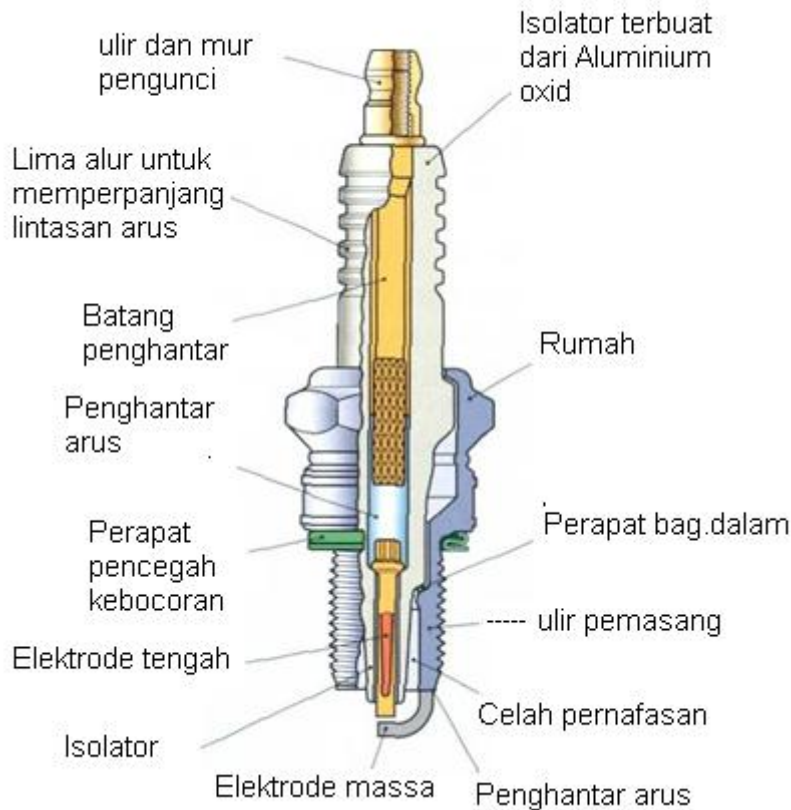
Catatan :

Busi dikonstruksi untuk motor tertentu.Busi memiliki ulir dan panjang yang sesuai dengan tempatnya, nilai thermal tertentu.

Bagian bagian utama busi (gambar 1).

- Batang penghantar
- Rumah busi
- Perapat (model rata atau tirus)
- Elektrode

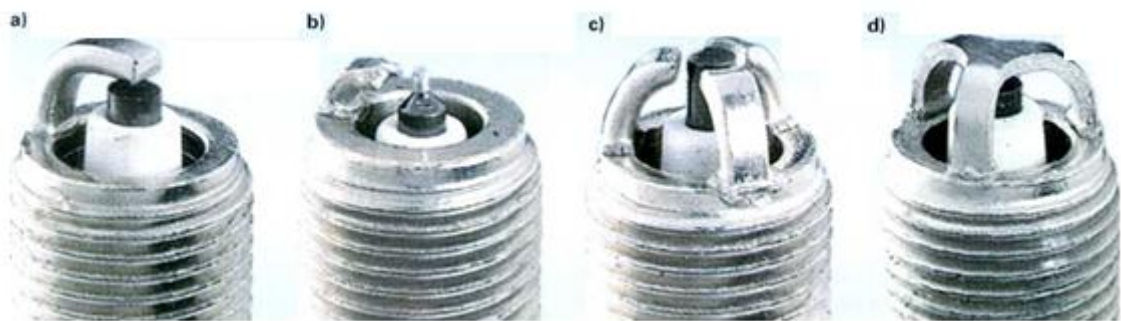
- Isolator.

Konstruksi Busi.

Gambar 1.Konstruksi busi

Batang penghantar terbuat dari baja dan pada ujungnya dibuat ulir untuk mur pengunci yang dihubungkan ke kabel pengapian atau langsung ke batang penghubung koil .Isolator harus tahan terhadap loncatan listrik tegangan tinggi.sehingga tegangan tinggi tidak meloncat ke samping.

Busi yang telah dipasang dan tidak sesuai dengan peruntukannya sebaiknya tidak digunakan lagi.atau setelah pemakaian terjadi kerusakan kecil yang diakibatkan retak meskipun secara penglihatan tidak tampak ini akan mengakibatkan gangguan loncatan bunga api yang dapat menembus melalui

retakan tersebut.akibatnya loncatan bunga api tidak lagi terjadi pada celah elektrode tetapi keluar dan meloncat ke massa.

Bermacam Konstruksi elektrode massa

Ada 4 macam bentuk elektroda massa busi :

a.Elektroda massa datar

b.Elektroda Samping (ujung elektroda terbuat dari platina)

c.Elektroda lebih dari satu..

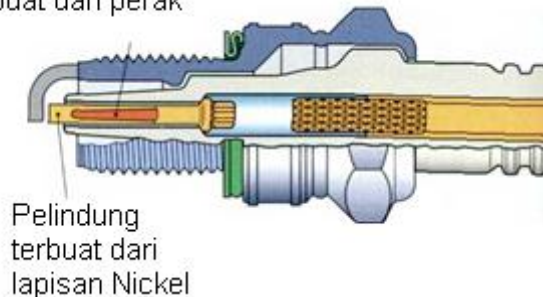
d.Elektroda segitiga (hanya untuk mobil)

Elektroda massa biasanya terbuat dari paduan logam Nickel –Chrom juga biasanya terbuat dari baja.agar ketika bekerja elektroda tersebut tidak menjadi panas dan dapat menghatar panas ke massa dengan baik serta awet. Pada elektrode tengah sampai dengan ujung elekrode biasanya digunakan perak yang dapat memperbaiki perambatan panas.

Busi yang sekarang dikonstruksi elktrode bagian tengah yang berhubungan langsung dengan ruang bakar agar dapat terlindungi dari korosi akibat pembakaran, temperatur yang tinggi ,tekanan pembakaran,dan kotoran akibat dari pembakaran dikonstruksi sbb:

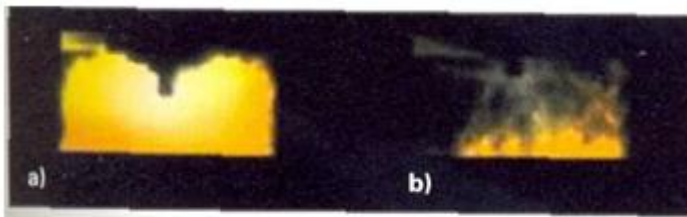
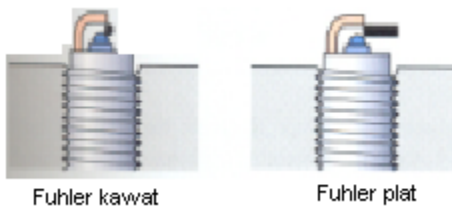
- Elektrode pusat yang terbungkus
- Ellektrode pusat terbuat dari perak
- Elektrode pusat terbuat dari platina

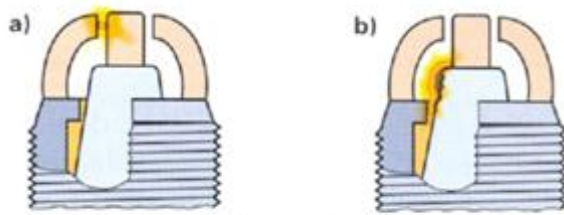
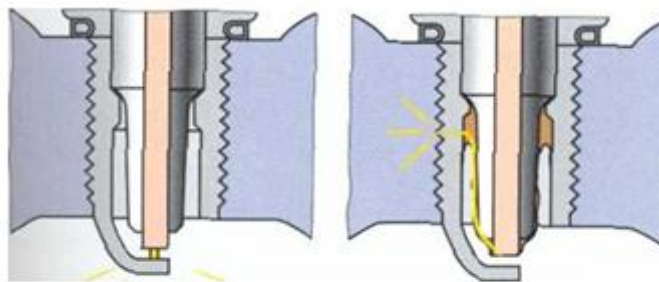
- Elektrode pusat terbuat dari Indium

Elektrode pusat yang terbungkus (Gambar 1).logam murni lebih baik dibandingkan dengan logam tuang dalam menghatar panas tetapi lebih peka dan mudah dipengaruhi oleh proses kimia gas-gas dari hasil pembakaran.Karena alasan yang mendasar ini maka elektrode pusat dibungkus dengan paduan logam Nickel dan inti terbuat dari perak.

Elektrode pusat yang terbuat dari perak memiliki sifat menghantar arus dan temperatur yang baik oleh sebab itu elektrode perak dibuat dengan diameter yang kecil saja.

Elektrode platina . Platina dan paduan platina memiliki ketahanan yang tinggi terhadap korosi,-oksidasi dan terbakar .Elektrode platin dibangdingkan dengan elektrode berbasis Nickel bisa dibuat lebih kecil yaitu dapat dibuat sampai dengan diameter 0,8 mm.Dengan diameter elektrode yang lebih kecil maka kebutuhan tegangan pengapian menjadi lebih kecil, ini terjadi karena jumlah molekul udara yang ada diujung elektrode yang harus di ionisasi.

Elektrode Iridium.Diameter elektrode pusat dapat lebih diperkecil sampai dengan 0,4 mm menjadikan tegangan tinggi lebih terpusat dan hal ini meyebabkan pembakaran menjadi lebih baik pada segala perilaku mengemudi.(lihat gambar pembakaran)

Busi elektrode pusat Iridium

Gambar Pembakaran a.Busi Iridium b.Busi biasa

Teknologi tinggi logam pada elekrode busi baik yang terbuat dari Iridium maupun platina celah elektrode tidak boleh diuukur dengan logam fuller tetapi diuukur dengan kawat (lihat gambar diatas).

Tempat loncatan bunga api, (gambar dibawah),Loncatan bunga api yang normal adalah dari elektrode tengah /pusat menuju elektrode massa seperti gambar a.bisa terjadi keadaan loncatan bunga api tidak melompat ke elektrode massa tetapi meloncat kearah dalam seperti ditunjukkan gambar b. ini disebabkan karena permukaan isolator dan ada kerak basah.Akibatnya campuran bahan bakar terbakar tidak sempurna dan emisi gas buang kotor.

Gambar: Arah loncatan bunga api

Bunga api Normal

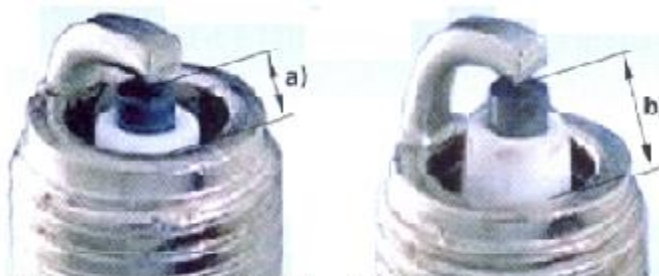
Celah Elektrode.

Celah busi adalah celah sempit antara elektrode pusat dengan elektrode massa, semakin kecil celah antara elektrode pusat dan massa maka semakin singkat daerah yang dapat diionisasi oleh tegangan tinggi dan semakin rendah juga kebutuhan tegangan yang dibutuhkan (api semakin kecil). Gambar dibawah EA : celah elektrode busi.

Pada celah elektrode yang terlalu kecil akan berakibat kebutuhan tegangan untuk meloncat kecil.bunga api menjadi kecil dan menyebabkan suara motor tidak halus dan emisi gas buang jadi jelek. Pada celah elektrode yang terlalu besar akan mengakibatkan kebutuhan tegangan pengapian semakin besar dan tegangan tinggi cadangan menjadi berkurang.

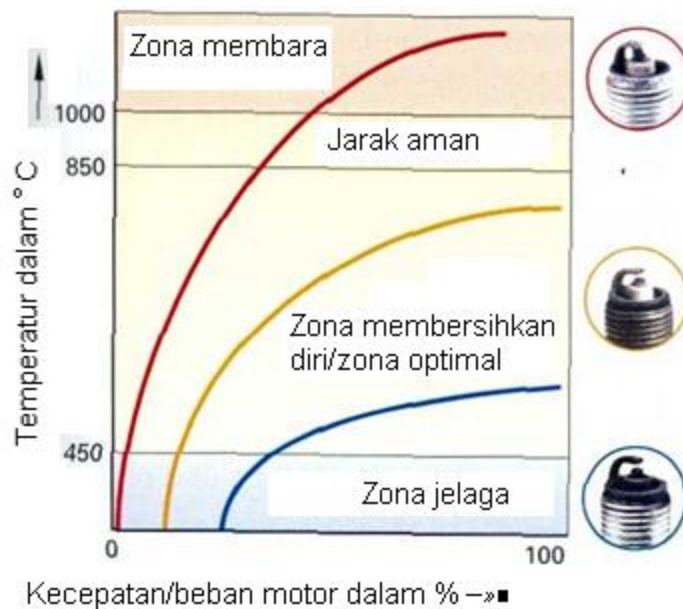
Pada kebanyakan celah elektrode busi tidak perlu disetel (celah sudah tertentu), bila celah sudah melebihi dari ketentuan maka elektrode massa tidak boleh disetel karena berbahaya/beresiko elektrode patah.Celah elektrode yang umum dikeluarkan oleh pabrikan busi biasanya berkisar antara 0,7 mm dan 1,2 mm.Kebutuhan tegangan pengapian adalah jumlah tegangan sekunder sampai tegangan dapat meloncat.Pada masa pakai tertentu celah elektrode akan semakin besar akibat erosi ,oleh sebab itu celah perlu diukur kembali setiap periode tertentu sesuai dengan anjuran pabriknya,hal ini biasanya hanya cocok untuk busi dengan elektrode massa tunggal.

Dudukan /Posisi elekrode.

Pada gambar dibawah menunjukkan posisi loncatan bunga api listrik didalam ruang bakar.Dimana loncatan bunga api diharapkan ada pada campuran paling sesuai untuk dibakar dan dapat lebih menjauhkan posisi elektrode pusat dari masa serta campuran akan selalu berubah ubah posisinya sesuai dengan beban motor.Pada gambar a dan b merupakan jalur loncatan bunga api.

Gambar : Posisi /dudukan Elektrode

Tipe busi.

Gambar :Perambatan panas

Pada saat terjadinya pembakaran terjadi kenaikan temperatur lebih dari 2000 °C panas ditransfer langsung ke kepala silinder.Panas yang terjadi pada busi ditransfer melalui ulir busi ke kepala silinder sebesar 60 % dan yang 20 % diserap campuran bahan bakar baru/segar.dan 2 % sisa panas yang mengalir ke ulir steker busi,4 % ke isolator, 11 % ke rumah/bodi busi.

Ukuran panas adalah ukuran beban termal,Busi memiliki tipe panas tertentu.Pada gambar diatas suhu membersihkan diri 450°C cepat tercapai, tetapi tidak melampaui suhu maksimum 850°C,Dengan cukupnya suhu membersihkan diri maka kotoran sisa hasil pembakaran /residu berupa sisa oli

dapat terbakar bersih. Perbedaan konstruksi motor,Proses kerja,Beban motor,Kompresi ,Putaran,Sistem pendinginan dan lain lain memerlukan tipe busi dengan nilai panas yang berbeda.Nilai panas tertulis pada setiap busi yang dikeluarkan oleh pabrikan,dan setiap pabrikan tidak memiliki kesamaan dalam membuat kode nilai panas/tipe busi.

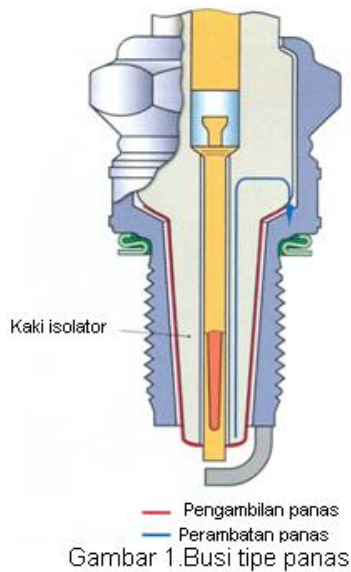
Tabel 1.Tipe busi

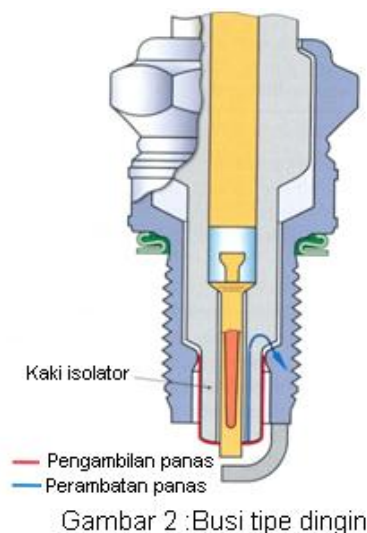
Busi panas	busi yang lambat mentransfer panas
Busi dingin	busi yang cepat mentransfer panas.

Bila tipe busi terlalu panas maka akan berakibat panas yang diterima busi tidak cepat ditransfer dan kaki isolator dapat mencapai temperatur hingga 800^0C yang akan dapat menyebabkan membara terlalu panas dan terjadi detonasi pad saat pembakaran/ knocking.

Pada saat pengapian terjadi karena bara maka campuran bahan bakar dan udara bukan terbakar karena percikan bunga api dari busi melainkan terjadi karena panasnya busi atau bara api di ruang bakar.

Bila nilai panas busi terlalu rendah maka pada saat motor putaran rendah dan mesin masih dingin maka busi tidak dapat membersihkan diri.kaki isolator menjadi kotor dan pengapian menjadi jelek , konsumsi bahan bakar meningkat serta emisi gas buang menjadi naik.

Terpenting perlu diperhatikan adalah besarnya kaki isolator menentukan kualitas pemindahan panas.Busi dengan kaki isolator panjang (Gambar 1) banyak menyerap panas tetapi sedikit/ lambat mentrasfer panas ke bodi busi sehingga bisa disebut busi tipe “ Panas”,busi ini cocok digunakan pada kendaraan kecil berdaya rendah.

Gambar 1.Busi tipe panas

Busi dengan kaki isolator yang pendek,pada permukaan isolator sedikit menerima panas /permukaan kaki isolator kecil, tetapi lintasan rambatan panasnya pendek sehingga lebih cepat membuang panas kaki isolator ke rumah busi,busi ini akan tetap dingin saat terjadinya pembakaran, jadi busi ini digunakan pada motor berdaya besar dan busi ini disebut busi “Dingin” Lihat Gambar 2.Busi tipe dingin.

Gambar 2 :Busi tipe dingin

Visualisasi busi.Busi dapat dilihat kesesuaiannya setelah motor disetel dengan benar serta daya yang dihasilkan cukup dan dijalankan sekurang kurangnya 50

km dengan perlakuan pembebanan berbeda beda maka jika busi dibuka dan dilihat secara visual dapat disimpulkan sebagai berikut.Lihat Tabel 1.(visualisasi busi)

a. **Normal** :bila kaki isolator berwarna abu abu sampai berwarna coklat muda,berarti pemilihan tipe busi benar dan kondisi motor normal.Jika elektrode tengah menjadi tumpul,segeralah ganti dengan busi yang lain.

b. **Putih** :Isolator tengah berwarna abu abu putih,kemungkinan penyebab adalah Campuran bahan bakar terlalu kurus atau salah memilih busi.Akibatnya adalah temperatur pembakaran terlalu tinggi dan terjadi kerusakan pada piston.Cara mengatasi adalah dengan menyetel campuran bahan bakar secara tepat,memriksa nilai oktan bahan bakar.

c. **Berjelaga**.Kaki isolator,elektrode dan rumah busi tertutup jelaga,kemungkinan penyebab :campuran terlalu kaya,filter udara sangat kotor atau sistem bantu start bekerja terus/rusak,Choke lama bekerja,mesin hanya dihidupkan sebentar atau pemilihan busi tidak cocok. Akibatnya : Pengapian gagal,putaran mesin jelek saat start dingin. Cara mengatasi : Periksa campuran dan sistem bantu start ,periksa sistem choke,Filter udara dan danti dengan busi yang lain.

d. **Basah karena oli**.Kaki isolator,elektrode dan rumah busi seluruhnya basah tertutup kotoran atau oli.Kemungkinan penyebab adalah : terlalu banyak oli masuk kedalam ruang bakar akibat dari oli dalam ruang engkol terlalu banyak,ring piston aus,dinding silinder aus atau batang penghantar katup aus.Kemungkinan penyebab : pengapian jelek, motor lama dijalankan stasioner,oli cepat berkurang. Cara mengatasi :Motor dilakukan overhaul,ganti busi yang sesuai.

e. **Elektrode tengah meleleh**. Ujung isolator tengah meleleh,bertumpuk.Penyebab dari elektroda tengah meleleh adalah :beban termis akibat bara api misalnya saat pengapian terlalu awal,adanya bara api didalam ruang bakar akibat penumpukan kerak oli,Nilai oktan bahan bakar yang terlalu rendah, tipe busi terlalu panas.Akibat yang ditimbulkan pengapian jelek, kehilangan daya,dan

kemungkinan motor rusak. Cara mengatasi :Periksa pengapian dang anti busi yang sesuai.

f. **Berkerak**. Kerak yang keras ditambah dengan bahan bakar dan menumpuk pada celah pernapasan busi antara rumah busi dan kaki isolator serta elektrode tengah.Penyebabnya adalah bertumpuknya partikel partikel kecil dalam pembakaran dari oli dan bahan bakar ketika mesin bekerja tidak normal.Kemungkinan penyebab adalah pembakaran yang membara dan yang lebih memungkinkan adalah kerusakan motor.Cara mengatasinya periksa kondisi motor,ganti busi yang sesuai,bila perlu ganti jenis oli mesin.

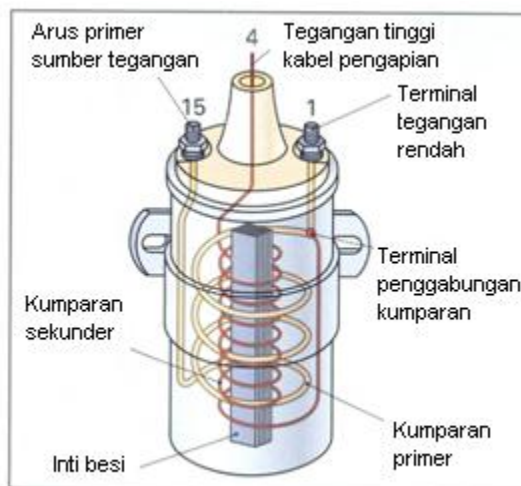
Gambar 1 : Visualisasi busi

Kondisi	Kondisi visual busi	Kondisi	Kondisi visual busi
a) Normal		d) Basah krn Oli	
b) Putih		e. Elektrode tengah meleleh	
c) Berjelaga		f) Berkerak	

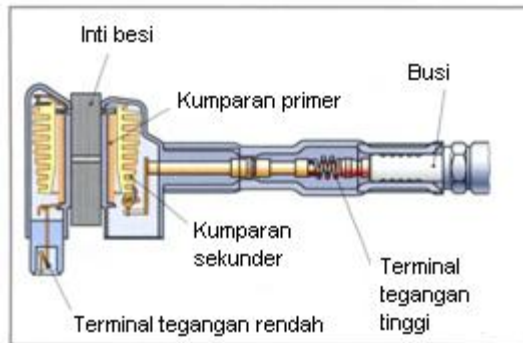
KOIL PENGAPIAN.

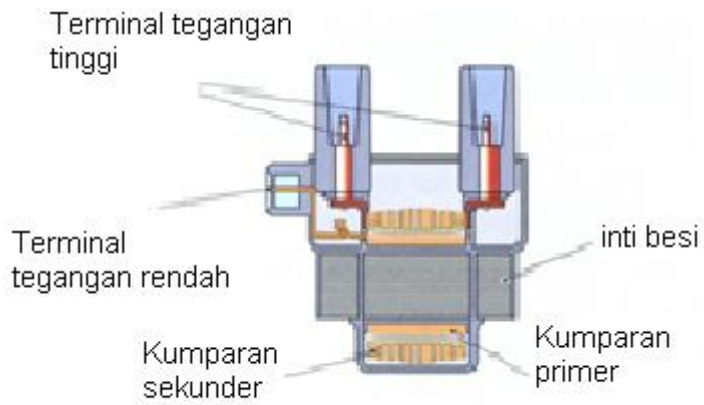
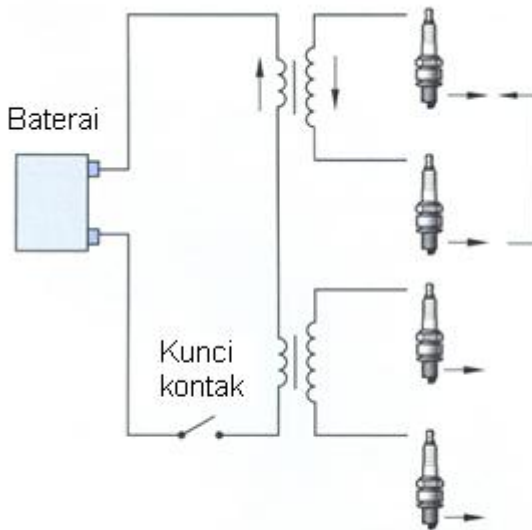
Koil pengapian merupakan komponen penaik tegangan dari tegangan rendah 12 V menjadi tegangan tinggi kurang lebih 25 KV dengan cara merubah merubah

energi listrik tegangan rendah menjadi energi magnet pada kumparan primer dan kemudian dirobah menjadi tegangan tinggi pada kumparan sekunder.

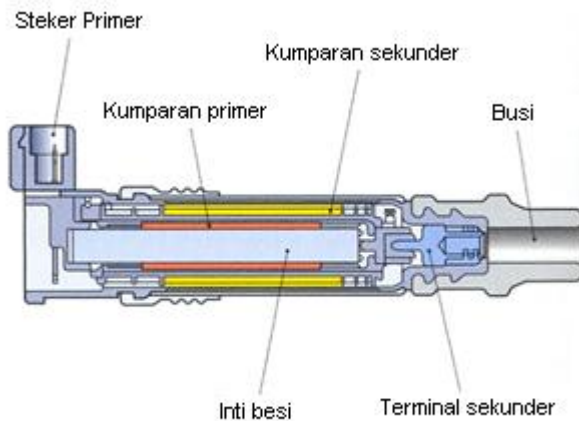
Konstruksi koil (Gambar 1) terbuat dari lapisan tipis dan digabung menjadi bentuk batang inti besi yang ditempatkan dibagian tengah dari kumparan primer yang mempunyai diameter kawat tembaga 0,5 mm dan kumparan sekunder dengan diameter kawat tembaga 0,03 mm.Kumparan sekunder dibuat 60 sampai 150 kali jumlahnya dibandingkan kumparan primer . Ruang antara kumparan primer dan sekunder diisi dengan isolator (Aspalt atau Epoxy). Koil pengapian memiliki 3 terminal ,Rangakaian arus primer dari kunci kontak melalui terminal 15 mengalir ke kumparan primer dan keluar dari terminal 1 menuju kontak pemutus dan ke masssa membentuk rangkaian tertutup.Rangakaian sekunder membangkitkan tegangan tinggi dari kumparan sekunder menuju terminal 4, kabel busi, steker busi,busi dan kembali ke massa.Kumparan awal dari kumparan sekunder digabungkan dengan akhir dari kumparan primer dan keluar berupa terminal 1.

Gambar 1: Skema Koil pengapian

Koil Tunggal.

Setiap silider mempunyai satu koil (Gambar2).Kebanyakan koil berada langsung diaatas busi.Koil ini juga memiliki terminal yang sama yaitu terminal 1 adalah terminal yang diputus hubung terhadap massa,terimal 15 dari kunci kontak dan terminal 4 langsung ke busi.

Gambar 2 :Koil tunggal

Koil Dobel Loncatan bunga api.

Gambar 1. Konstruksi Koil Dobel loncatan bunga api.

Gambar 2 : Koil dobel loncatan bunga api

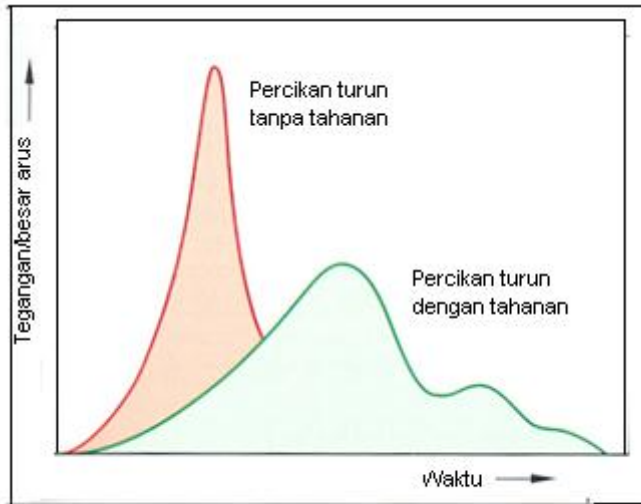
Pada gambar 1 terlihat pada kedua ujung kumparan sekunder dikeluarkan melalui terminal tegangan tinggi dan masing masing ujungnya disalurkan ke dua busi sehingga pada saat yang bersamaan pada kedua busi akan meloncatkan bunga api.Tegangan tersebut meloncat membuat rangkaian tertutup pada rangkaian sekunder saja.Pada gambar 2 ditunjukkan bagaimana hubungan rangakaian 2 koil dengan 4 keluaran tegangan tinggi ke masing-masing busi (motor 4 silinder). Koil 1 melayani pengapian untuk silinder 1 dan 4 , jika urutan pengapian motor 1-3-4-2 maka bila silinder satu sedang kompresi dan membakar campuran pada ruang bakar,sedangkan busi 4 juga memercikkan bunga api tetapi pada saat itu silinder 4 sedang melakukan proses buang sehingga tidak terjadi apa apa pada silinder 4, dan sebaliknya jika pada silinder 4 sedang kompresi maka pada silinder 1 sedang terjadi proses buang.

Telah dikembangkan pula koil pengapian yang terintegrasi dengan pengapian transistor,Kumparan primer dan sekunder berada didalam steker busi sehingga tidak memerlukan lagi kabel busi.

Gambar 3 : Koil terintegrasi

Kabel busi.

Kabel busi merupakan penghantar tegangan tinggi yang tidak boleh ada rugi/kehilangan tegangan.maka kabel busi dikonstruksi dengan kawat tembaga dan dilapis dengan perak untuk mencegah terjadi korosi.Sedangakan bagian luar dibungkus dengan bahan silicon.(Lihat gambar 4).

Gambar 4. Kabel busi tembaga

Kabel busi harus dapat menyalurkan tegangan sampai dengan 40.000 volt dan harus memiliki daya isolasi yang tinggi agar tegangan tidak dapat meloncat keluar ke bodi mesin atau kendaraan yang akan dapat mengakibatkan gagalnya pembakaran.Karena adanya aliran listrik terjadilah medan elektromagnet pada kabel busi,medan elektromagnetis tersebut akan mengakibatkan kerusakan percikan bunga api pada ujung elektroda busi berupa menurunnya puncak pembakaran.

Gambar 1 :Tegangan jarum pada saat percikan turun

Medan elekromagnet yang besar akan menyebabkan gangguan / interferensi pada radio , ECU, ABS dll. Ini harus diatasi dengan memasang tahanan listrik agar tegangan puncak menurun dan dirubah dalam bentuk energi lain.Tahanan tersebut dinamakan tahanan anti storing/gangguan yang biasanya ditempatkan pada steker busi atau busi,karena gangguan yang terjadi ditimbulkan dari dimana percikan terjadi. Pada kabel busi untuk mobil terjadi pulsa medan magnet ,oleh karena itu semua kabel busi mobil dipasang tahanan induktif untuk mencegah gangguan medan magnet berupa tegangan jarum.

Steker Busi.

Steker busi adalah penghubung antara kabel busi dan busi dan harus mampu mengalirkan arus mulai dari koil sampai dengan busi dengan baik. Rumah steker terbuat dari ebonit dan karet khusus yang dipasang pada ujungnya untuk mencegah udara lembab masuk atau air ke dalam steker yang dapat mengakibatkan gangguan pengapian/kerugian tegangan

.

Tuntutan steker busi :

- Mampu menerima tegangan sampai dengan 40.000 volt.
- Tahan terhadap temperatur tinggi
- Memungkinkan kedap terhadap air

- Tahan korosi
- Tahan vibrasi/getaran.

Tahanan pada steker busi (anti storing) berfungsi menyerap gangguan frekuensi pada semua luasan frekuensi.

Gambar ; Steker Busi

Gambar 4 : Steker busi,Koil dan transistor penguat ter integrasi

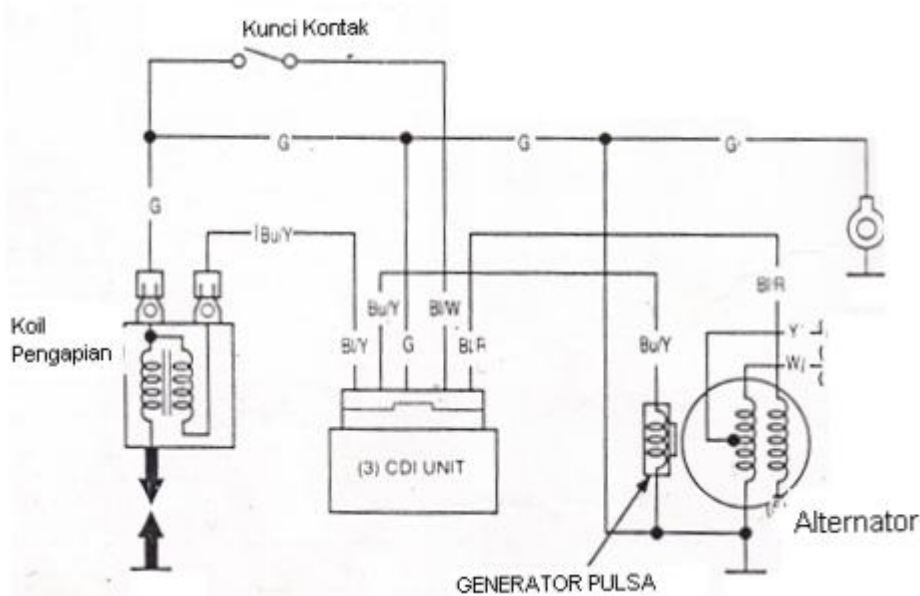
Steker busi yang terintegrasi dengan koil dan transistor penguat akhir

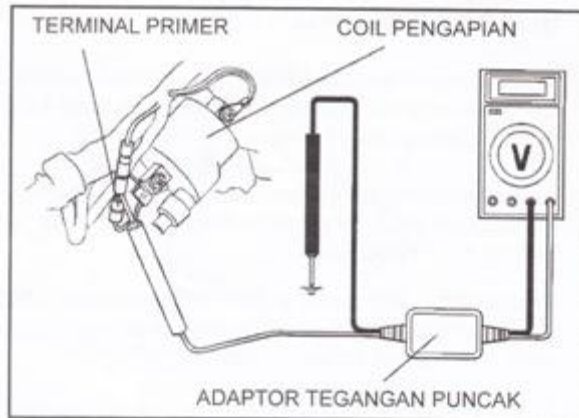
(Gambar 4) dimaksudkan agar beban thermis dari pemutusan dan penghubungan arus primer oleh control unit pengatur pengapian berkurang.

c. Rangkuman

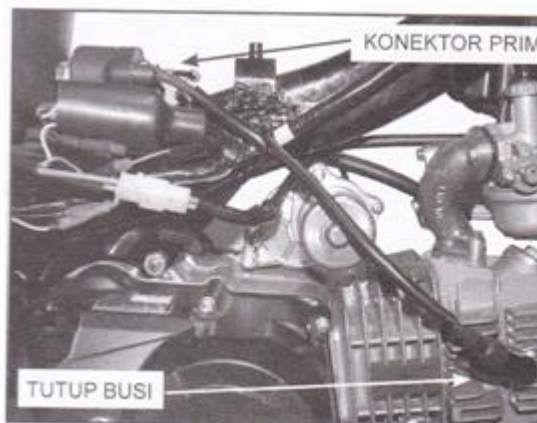
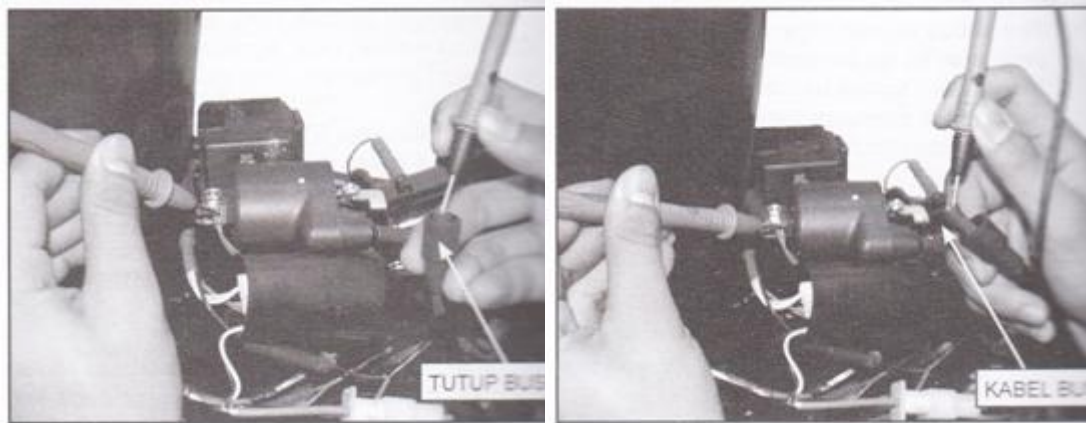
Fungsi sistem pengapian pada sepeda motor adalah membakar sejumlah campuran dengan tepat sesuai kebutuhan mesin.sistem pengapian pada sepeda motor saat ini semua sudah menggunakan system pengapian elektronik jenis CDI. CDI dibagi dalam 2 jenis yang dibedakan dari sumber arus masuk yang digunakan yaitu CDI DC dan CDI AC.Kemampuan pengapian dipengaruhi oleh semua komponen-komponen CDI mulai dari sumber tegangan sampai dengan Busi.

PEMERIKSAAN PENGAPIAN.

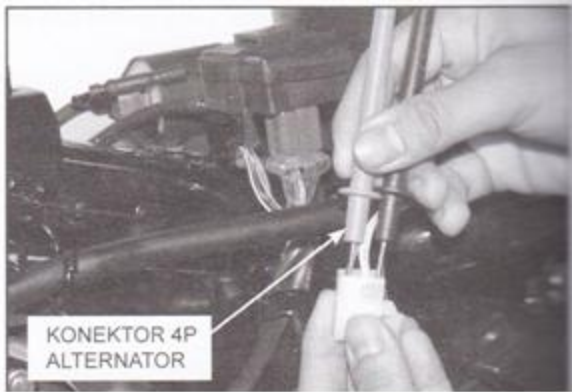
Sebelum memulai pemeriksaan komponen komponen sistem pengapian perlu pemahaman rangkaian /wiring diagram sistem yang akan diperiksa.berikut gambar wiring diagram sistem pengapian sepeda motor merk Honda type SupraX.(CDI AC)

Pemeriksaan tegangan puncak pada koil, hubungkan alat ukur seperti pada gambar dibawah ini ukur tegangan yang masuk ke koil dengan menggunakan alat khusus berupa adaptor pembaca tegangan.bila tidak ada adaptor maka dengan menggunakan volt meter biasa ukurlah tegangan yang keluar dari CDI tanpa menghubungkan koil.Start mesin dan baca tegangan puncak yang

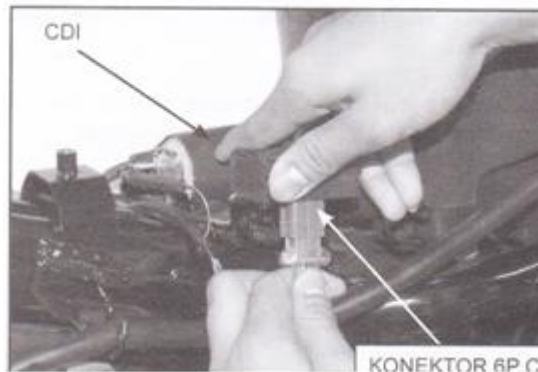
keluar,tegangan puncak ,minimum 100 volt.bila kurang dari 100volt gantilah spull/kumparan pembangkit pengapian dengan yang baru.

Pemeriksaan tegangan pulser,tegangan yang dihasilkan oleh kumparan pulser dapat diperiksa dengan cara melepas konektor CDI dan diukur pada ujung kabel berwarna Biru/kuning terhadap hijau.Karena generator hanya menghasilkan tegangan AC kurang dari 1 Volt maka pergunakanlah volt meber AC dengan skala kecil.Start mesin dan ukur hasilnya kurang lebih hanya 0,7 volt. Jika tidak keluar tegangan maka gantilah pulser dengan yang baru.(lihat terminal yang diukur pada gambar dibawah ini).

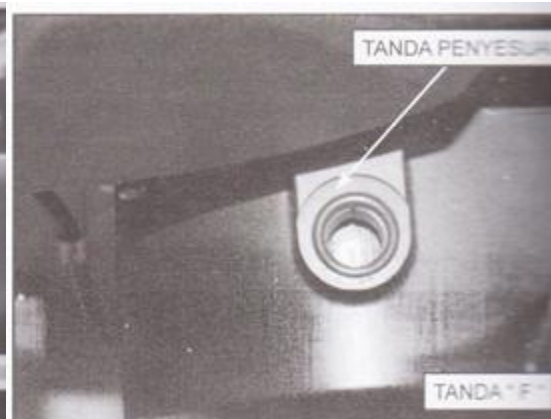
Pemeriksaan tegangan kumparan pembangkit,Masih dalam kondisi soket CDI terlepas ukurlah tegangan yang keluar dari terminal pembangkit pada ujung kabel berwarna Hitam/merah terhadap Hijau.Start mesin dan baca tegangan kumparan pembangkit minimal harus 100 volt Ac. Bila hasil pengukuran tidak sesuai dengan spesifikasi maka gantilah dengan kumparan baru.

Pemeriksaan Koil pengapian. Lepaskan steker busi dari busi,lepas konektor antara CDI dan koil (konektor primer) seperti gambar dibawah.Ukur tahanan antara kumparan primer koil pengapian terhadap masa, standar tahanan kumparan 0,5 Ohm sampai dengan 0,6 Ohm,bila hasil pengukuran diluar standar maka koil tersebut sudah waktunya ganti.

Pemeriksaan tahanan kumparan sekunder, ukur tahanan antara ujung kumpararan sekunder melalui ujung kabel busi dengan melepas steker busi dengan massa (lihat gambar dibawah) ukuran standard 7,8 K Ohm sampai dengan 8,2 K Ohm ,bila ukuran yang didapat diluar standar maka ganti koil dengan yang baru.

Pemeriksaan tahanan kumparan pembangkit pulsa/pulser.

Pemeriksaan tahanan kumparan pembangkit pulsa dengan cara melepaskan soket /steker keluaran dari generator pembangkit pulsa.Ukur tahanan antara kabel berwarna Biru/kuning terhadap hijau,ukuran standar 180 Ohm sampai dengan 280 Ohm.Bila hasil pengukuran diluar standar maka ganti kumparan pembangkit pulsa dengan yang baru.

Pemeriksaan kumparan pembangkit pengapian, Lepas konektor pembangkit (seperti gambar dibawah) ukur tahanan antara ujung konektor/kabel berwarna Hitam/merah dan massa,ukuran standar 100 Ohm sampai 400 Ohm,

Pemeriksaan CDI AC. Lepaskan konektor 6 pin pada unit CDI ukur hubungan atau nilai tahanan diantara terminal-terminal soket dengan mengikuti tabel pemeriksaan dibawah ini.

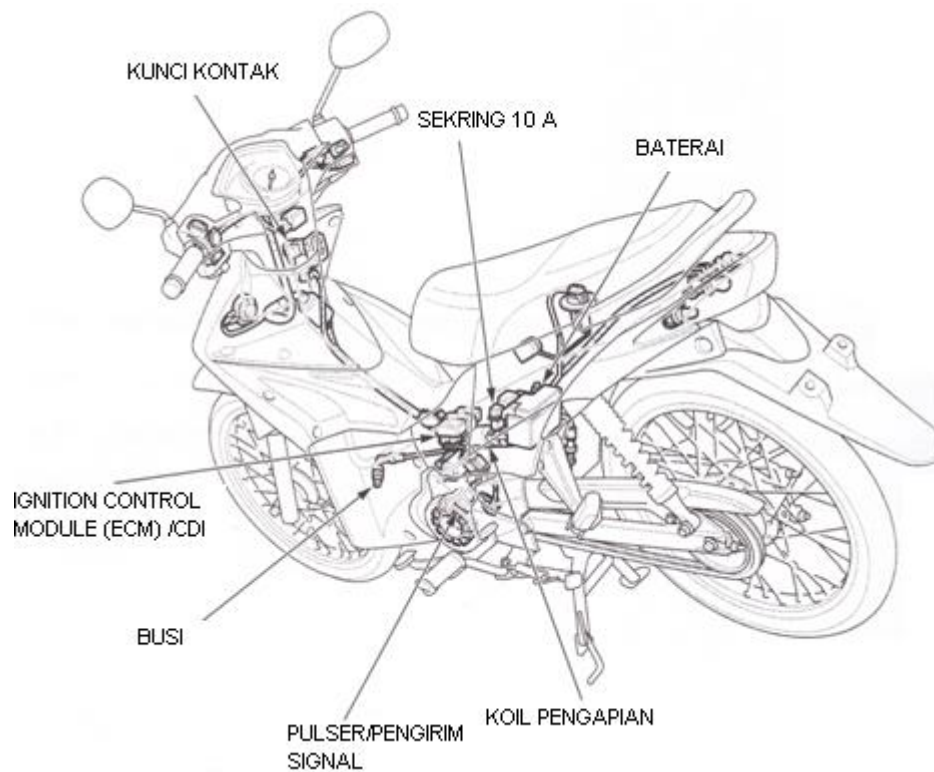
Bagian	Terminal	Spesifikasi
Kumparan primer koil pengapian Kumparan sekunder	Hitam/kuning dan hijau	0,5 - 0,6 Ohm (20^{o}C) 7,8 kOhm -8,2 kOhm
Kabel kumparan pembangkit	Hitam /merah dan hijau	100 - 400 Ohm (20^{o}C)
Kabel Kumparan Generator Pulsa	Biru/kuning	180- 280 Ohm (20^{o}C
Kabel massa	Hijau dan massa	Harus ada kontinuitas

Pemeriksaan Pengajuan/advand Pengapian.

Pemeriksaan saat pengapian dapat dilakukan melalui lubang yang ada di penutup magnet dengan cara membuka penutup plastik dan perhatikan tanda garis yang ada didalamnya.Lihat gambar dibawah ini.

Pasang Timing light dan melalui lubang pengintip lihat tanda garis pada magnet yang sedang berputar.bila putaran mesin stasioner (1400 rpm) maka akan terlihat tanda F sejajar dengan garis yang berada di rumah generator/lubang pengintip.Bila tanda F pada magnet tidak sejajar dengan garis berarti Timing pengapian tidak tepat .Untuk merubah timing pengapian TIDAK DIMUNGKINKAN karena ketepatan timing pengapian yang menentukan adalah perangkat CDI sendiri.Bila putaran mesin dinaikkan maka tanda tersebut akan bergeser maju / bergerak melawan arah gerakan magnet sampai beberapa

derajat seiring dengan kenaikan putaran mesin.Bila hasil pemeriksaan Timing pengapian tidak sesuai dengan kondisi yang semestinya dalam arti : motor idling timing tidak pada F dan atau putaran ditambah saat pengapian tidak maju maka gantilah unit CDI dengan yang baru karena ada kemungkinan CDI masih dapat menghasilkan pengapian tetapi bagian Ignition Control Circuit (lihat hal 17) sudah tidak dapat mengatur saat pengapian.

Setelah selesai memeriksa timing pengapian tutuplah kembali lubang pengintip/pemeriksa pengapian dan perhatikan bila pada lubang masih ada perapat berupa karet cincin O (lihat gambar dibawah)

Pemeriksaan Sistem Pengapian CDI DC.

Pemeriksaan sistem pengapian pada sepeda motor yang mengaplikasi CDI DC ada sedikit perbedaannya dengan CDI AC.Perbedaan itu ada pada sumber tegangan yang diperlukan CDI dan Unit CDI itu sendiri.Sehingga tata letak soket CDI dan sumber tegangan berbeda.

GAMBAR ,Letak komponen Pengapian Honda Revo (CDI DC)

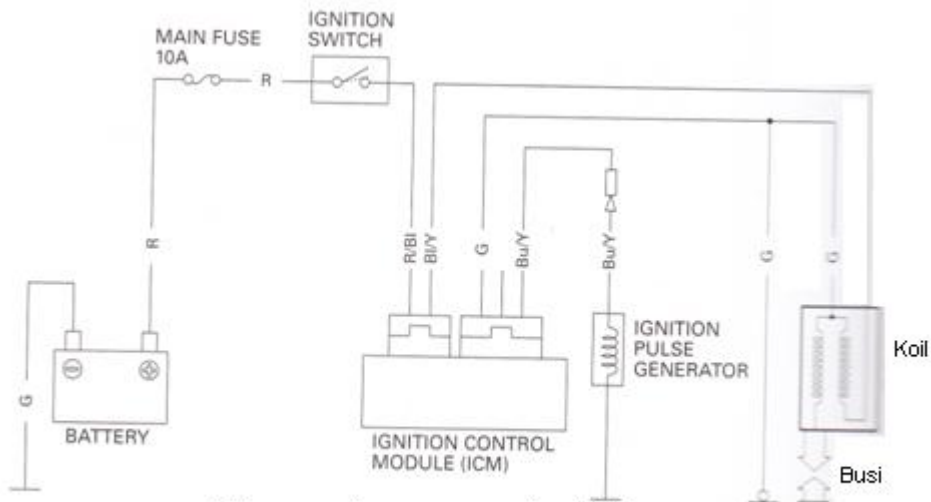
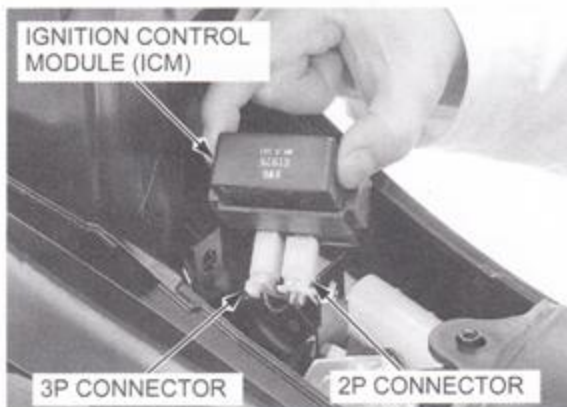
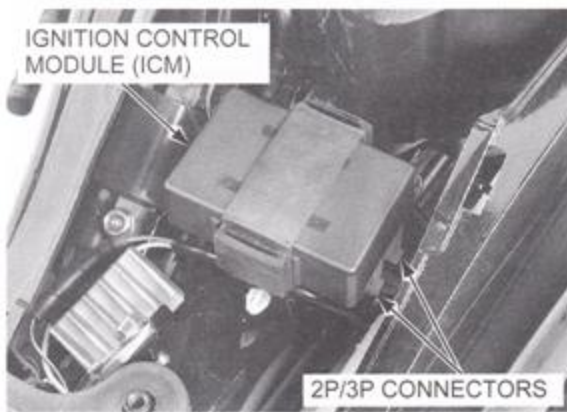
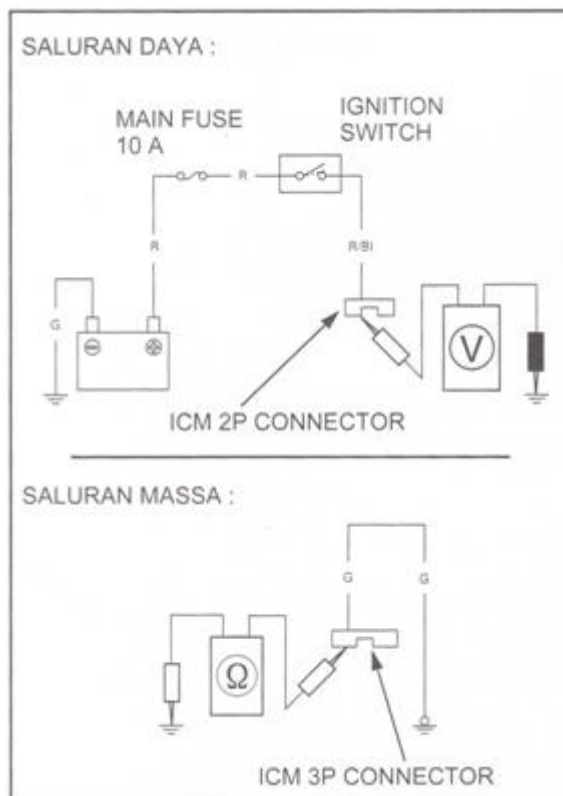



Diagram sistem pengapian CDI DC

Gambar : Letak Komponen Unit CDI (ECM)

Buka tutup yang ada di bagian atas mesin sampai unit CDI terlihat seperti di gambar atas.Kemudian lepas CDI beserta pengikat karet yang terikat pada

rangka.Lepaskan 2 konektor yang ada pada bagian bawah, satu konektor memiliki 2 Pin dan yang lainnya memiliki 3 pin .Soket 2 pin adalah soket sumber daya dari kunci kontak dan massa. Lihat gambar dibawah dan lakukan pengujian sebagai berikut : Ukurlah dengan menggunakan volt meter dengan batas ukur lebih dari 12 Volt (pada volt meter umumnya pada skala 20 volt) Pin kabel berwarna merah/hitam terhadap massa, kunci kontak On,maka pada volt meter akan terbaca tegangan baterai.Bila tidak ada tegangan terbaca periksa sekring atau kabel dari kunci kontak. Langakah berikutnya adalah memeriksa sumber massa pada soket soket 3 pin yang pada ujung pin dengan warna kabel Hijau,dengan menggunakan Ohm meter periksa apakah ada kontinuitas hubungan antara kabel berwarna hijau dengan massa/bodi.

Gambar : Soket 2 Pin dan 3 Pin Rangkaian CDI DC

PENGUJIAN KOIL PENGAPIAN.

Tugas koil tidak hanya menghasilkan tegangan tinggi yang disalurkan menuju busi tetapi juga memiliki prasarat menghasilkan tegangan tinggi sampai dengan

meloncat sempurna melalui ruangan yang dikompresi sampai dengan 10 bar dengan berbagai macam kondisi campuran pada ruang bakar misal sedang akselerasi atau pada putaran tinggi stabil maka tahanan udara yang ada pada ujung celah busi berbeda. dan daya pengapian juga berbeda,Agar dapat mengetahui kemampuan maksimal koil yang sesungguhnya ketika ketika dipergunakan dapat dilakukan dengan cara mengetes koil diluar rangkaian sehingga hasil pengetesan tidak lagi dipengaruhi komponen pengapian selain koil itu sendiri.Caranya lepaskan koil dari rangkaian dan ujilah dengan koil tester seperti ditunjukkan gambar.Pengujian yang benar adalah sebagai berikut : lepas steker busi lalu dekatkan ujung kabel busi dengan massa dengan jarak minimal 8 mm, lakukan pengujian dan perhatikan loncatan yang dihasilkan harus konstan terputus putus/tidak pernah hilang loncatan. Mengapa harus dengan jarak 8 mm, karena hal ini sama dengan mensimulasikan ketika busi berada diruang bakar dengan celah 0,8 mm pada tekanan kompresi 10 bar.

d. Tugas.

- Periksa dan tentukan sistem pengapian pada sepedamotor yang telah disediakan termasuk pada jenis pengapian CDI AC atau DC. Serta gambarkan rangkaian sistem pengapiannya.
- Lakukan pengukuran pada sumber tegangan sistem pengapian pada pembangkit tegangan tinggi dan tegangan pulser,catat dan laporkan hasilnya.
- Mengapa busi dengan elektrode platinum atau iridium menghasilkan pembakaran yang lebih tinggi dibandingkan busi biasa.
- Apa yang dimaksud dengan busi tipe dingin ?
- Apa yang dimaksud dengan busi tipe panas ?
- Dengan menggunakan sepedamotor yang telah disediakan periksalah bagian CDI yang disebut Ignition Control Circuit dengan menggunakan Timing Light.
- .Catat hasilnya ketika putaran stasioner dan putaran 3000rpm.buatlah laporan.

DAFTAR PUSTAKA

PPPTK/VEDC Malang,Modul Pelatihan Kelistrikan SepedaMotor,2010

EUROPA LEHRMITTEL,Fachkunde Motorradtechnik, 1 Verlag Europa Lehrmittel,Nourney vollmer GMBH&co KG Duusselberger strasse 23 – 42782 Haan Gruiten,2012.

PT Astra Honda Motor, Buku Pedoman Reparasi Honda Revo,2010.

PT Astra Honda Motor , Buku Pedoman Reparasi Honda Tiger 2000, 2010.

Bronze,Yamaha Motor Co, Yamaha Technical Academi